

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри МАХНВ
_____ Я.М. Корнієнко
(підпис)
“ ” _____ 2018 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття освітнього ступеня магістр

з спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує

Виконав студент 6-го курсу, групи ЛН-71мп

Гайдін Євгеній Миколайович _____

Керівник проекту канд. техн. наук, доц. І. А. Андреев _____

Консультанти:

охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях _____

канд. техн. наук, доц. І. М. Ковтун _____

(підпис)

розробка стартап-проекту _____

доц., канд. економ. наук Н. В. Юдіна _____

(підпис)

технологія виготовлення трубної плити теплообмінника _____

ст. викл., канд. техн. наук Я. Г. Двойнос _____

(підпис)

автоматичний контроль і керування процесом _____

канд. техн. наук, доц. А. Р. Степанюк _____

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий степінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ Є. М. Гайдін

Київ – 2018

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Освітній ступінь – магістр

спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

**спеціалізація: Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування
обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я.М. Корнієнко

«__» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Гайдіну Євгенію Миколайовичу

1. Тема магістерської дисертації: «Модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує»

керівник магістерської дисертації Андреев І. А. кандидат технічних наук, доцент
затверджена наказом по університету від 12 листопада 2018 р. № 4139-с

2. Термін подання студентом магістерської дисертації: 13 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до дисертації: Продуктивність установки $8,64 \text{ м}^3/\text{год}$, густина базальтофібробетону $\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$, густина бетонної матриці $\rho_M = 2050 \text{ кг/м}^3$, вібров’язкість композиції $\mu_B = 2400 \text{ Па}\cdot\text{с}$, вібров’язкість бетонної матриці $\mu_{B.M} = 520 \text{ Па}\cdot\text{с}$, розмір армуючих фібр $\ell = 0,04 \text{ м}$; $d = 70 \cdot 10^{-6} \text{ м}$, розміри фібробетонних виробів $l \times b \times h = 2 \times 0,5 \times 0,04 \text{ м}$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

а) основна частина: обґрунтувати вибір та виконати розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність віброекструзійної установки: розрахунок продуктивності установки, процесу змішання, необхідної деформації зсуву, орієнтування фібри, технологічного режиму формування та розрахунки, що підтверджують міцність і працездатність дозатора-живильника розчину, конвеєра, віброекструдерів, що змішують та формуючого віброекструдера;

б) розробка стартап-проекту;

в) охорона праці: провести аналіз відповідності апарата до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації установки та дій обслуговуючого персоналу у надзвичайних ситуаціях;

г) частина автоматичного керування: скласти та обґрунтувати схему автоматизованого керування установкою, скласти специфікацію приладів, що комплектують схему;

д) технологія машинобудування: розробити маршрутні карти виготовлення зірочки транспортера, виконати розрахунки режимів різання, розробити пристрій для свердління.

5. Перелік графічного матеріалу: принципова схема установки – А1, схема автоматичного керування – А1, складальні креслення: загальний вид установки – А1, 3×А2, віброекструдер формуючий – А1, віброекструдер змішуючий – А1, конвеєр – А1, кондуктор – А1, зірочка – А3, ілюстрація графіків – 3 аркуші формату А2, ілюстрація технічної ідеї патенту – А2.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Ковтун І. М.		
Розробка стартап-проекту	Юдіна Н. В.		
Технологія виготовлення зірочки для транспортера	Двойнос Я. Г.		
Автоматичний контроль і керування процесом	Степанюк А. Р.		

7. Дата видачі завдання 1 вересня 2018 р.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 5
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання	Примітка керівника про виконання завдань
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності дисертації.	05.09.18	
2	Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів, речовин).	10.09.18	
3	Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції апарата. Технічна характеристика установки, апарата. Добір матеріалів.	14.09.18	
4	Параметричний розрахунок: визначення основних розмірів апарата.	18.09.18	
5	Розробка складальних креслень апарата і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату.	25.09.18	
6	Розрахунки на міцність. Розробка алгоритмів та програм розрахунку.	28.09.18	
7	Уточнення графічної частини проекту та специфікацій	05.10.18	
8	Розробка стартап-проекту.	08.10.18	
9	Розробка вимог до апарата з питань охорони праці.	15.10.18	

10	Розробка технології виготовлення зірочки для транспортера.	18.10.18	
11	Розробка автоматичного контролю і керування віброекструзійної установки.	09.11.18	
12	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності дисертації діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань.	03.11.18	
13	Попередній захист дисертації.	13.12.18	
14	Корегування дисертації за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту.	14.12.18	

Студент

_____ Є. М. Гайдін
(підпис)

Науковий керівник

_____ І. А. Андреев
(підпис)

РЕФЕРАТ

УДК 532.137: 666.97

Магістерська дисертація за освітньо-професійною програмою магістерської підготовки на тему ” Модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує”. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; Керівник Андреев І. А. – К., 2018. – 147с.: іл. – Виконавець Гайдін Є. М. – Бібліогр.: 143с.

Магістерська дисертація складається зі вступу, восьми розділів, висновків, переліку посилань із 39 найменувань і 6 додатків. Загальний обсяг роботи становить 230 с. основного тексту, 28 рисунків, 35 таблиць та 1 графіку.

Мета магістерської дисертації – модернізація віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує установки виробництва фібробетонних виробів.

Записка містить опис технологічного процесу, конструкцій віброекструдерів, та їх місце в технологічній схемі, призначення та області застосування обладнання, технічні характеристики, опис і обґрунтування вибраних конструкцій, розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкцій, рекомендації, щодо монтажу та експлуатації апаратів, а також рівень стандартизації та уніфікації, розробку стартап-проекту.

Результати роботи можуть бути використані з навчальною метою на кафедрі машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв.

ВІБРОЕКСТРУЗІЯ, ВІБРОЕКСТРУДЕР, ЗМІШУВАННЯ, ФОРМУВАННЯ, ФІБРОБЕТОН, ВІБРАТОР, ФІБРА, АРМУВАННЯ, БЕТОН, ЗСУВНІ ДЕФОРМАЦІЇ.

РЕФЕРАТ

УДК 532.137: 666.97

Магистерская диссертация по образовательно-профессиональной программе магистерской подготовки на тему "Модернизация виброкструзийного оборудования формирования фибробетонных изделий с разработкой виброкструдера формирующего и виброкструдера, что смешивает ". НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского »; Руководитель Андреев И. А. - К., 2018. - 147 с .: Ил. Исполнитель Гайдин Е. Н. - Библиогр .: 143 с.

Магистерская диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения, списка ссылок из 39 наименований и 6 приложений. Общий объем работы составляет 230 с. основного текста, 28 рисунков, 35 таблиц и 1 графика.

Цель магистерской диссертации - модернизация виброкструдера формирующего и виброкструдера, что смешивает установки производства фибробетонных изделий.

Записка содержит описание технологического процесса, конструкций виброкструдеров, и их место в технологической схеме, назначение и области применения оборудования, технические характеристики, описание и обоснование выбранных конструкций, расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкций, рекомендации по монтажу и эксплуатации аппаратов, а также уровень стандартизации и унификации, разработку стартап-проекта.

Результаты работы могут быть использованы в учебных целях на кафедре машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств.

ВИБРОЭКСТРУЗИЯ, ВИБРОЭКСТРУДЕР, СМЕШИВАНИЕ, ФОРМИРОВАНИЕ, ФИБРОБЕТОН, ВИБРАТОР, ФИБРА, АРМИРОВАНИЕ, БЕТОН, СДВИГОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ.

ABSTRACT

UDC 532.137: 666.97

The Master's thesis on the theme " Modernization of vibro-extrusion equipment for the formation of fiber-concrete products with the development of forming vibro-extruder and mixing vibro-extruder" National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; Scientific supervisor I. Andreev – K., 2018. – 147 p.: Ill. Developer Y. Haidin – Bibliogr.: S. 143.

The Master's consists of an introduction, eight sections, conclusions, a list of references of 39 titles and 6 appendixes. The total volume is 230 pages of the main text, 28 figures, 35 tables and 1 graph.

The objective of the study is designing of forming vibro-extruder and mixing vibro-extruder of fiber-concrete products production plants.

The results of the work can be used with the educational purpose at the department of machinery and apparatus of chemical and petroleum processing industries.

The project contains a description of engineering process, a choice of vibro-extruders type and their place in a flowchart, purpose and scope of the equipment, specifications, description and justification of the selected constructions, calculations confirming the efficiency and reliability of designs, recommendations for the installation and operation of the apparatus, and also the level of standardization and unification, the development of a startup project.

VIBROEXTRUSION, VIBRO-EXTRUDER, MIXING, FORMING, FIBRO-CONCRETE, VIBRATOR, FIBRE, REINFORCING, CONCRETE, DEFORMATIONS OF CHANGE.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

освітнього ступеня магістр
з спеціальності: 133 Галузеве машинобудування
спеціалізація: Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація віброекструзійного обладнання формування
фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і
віброекструдера, що змішує

Київ – 2018

Зміст

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	13
Вступ.....	14
1 Призначення та область застосування віброекструзійної установки	16
1.1 Опис технологічного процесу.....	16
1.2 Вибір типу установки, апаратів, їх місце в технологічній схемі	19
2 Технічна характеристика установки	22
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апаратів	24
3.1 Конструкція і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей.	24
3.2 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами ..	26
3.3 Вибір матеріалів елементів конструкцій апаратів	27
3.4 Патентний огляд конструкцій основного обладнання установки	28
4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції .	41
4.1 Розрахунок продуктивності установки... ..	41
4.2 Розрахунок процесу змішання	43
4.3 Розрахунок орієнтування фібри.....	48
4.3.1 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 80 мм	48
4.3.2 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 84 мм	53
4.3.3 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 100 мм	56
4.4 Розрахунок технологічного режиму формування	58
4.5 Розрахунки, що підтверджують міцність віброекструдерів.....	61
4.5.1 Розрахунки, що підтверджують міцність дозатора-живильника розчину	61

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата	Модернізація віброекструзійного обладнання формування фіробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує	Літ.	Лист	Листів
Разроб.		Гайдін С. М.						
Перев.		Андреев І. А.					10	230
Н.Контр.						КПІ ім. І. Сікорського, МАХНВ, ІХФ		
Затв.								

4.5.2 Розрахунки, що підтверджують міцність першого віброекструдера, що змішує	63
4.5. 3 Розрахунки, що підтверджують міцність другого віброекструдера, що змішує	65
4.5. 4 Розрахунки, що підтверджують міцність формуючого віброекструдера	67
4.6 Розрахунок розмірів пружин	69
4.6.1 Розрахунок розмірів пружин дозатора – живильника розчину.....	69
4.6.2 Розрахунок розмірів пружин першого віброекструдера, що змішує	73
4.6.3 Розрахунок розмірів пружин другого віброекструдера, що змішує	76
2.6.4 Розрахунок розмірів пружин формуючого віброекструдера	79
4.7 Розрахунок потужності, що витрачається на вібрацію	83
4.7.1 Розрахунок потужності кругової вібрації дозатора-живильника розчину	83
4.7.2 Розрахунок потужності кругової вібрації віброекструдера, що змішує	84
4.7.3 Розрахунок потужності вібрації формуючого віброекструдера	85
4.8 Розрахунок конвейєра, що змішує.....	86
4.8.1 Параметричний розрахунок вузла фіксації волокон у розчинному шарі	86
4.8.2 Розрахунок зубчатого зачеплення конвеєра	88
4.8.3 Розрахунок ланцюгової передачі конвеєра	90
4.9 Розрахунок потужності привода конвеєра без врахування потужності, що витрачається на втиснення фібр у розчинний шар	92
4.10 Розрахунок потужності, що витрачається на втиснення фібр у розчинний шар і загальної потужності привода конвеєра	94
4.11 Розрахунок потужності привода стрічкового транспортера	96

5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	98
6. Рекомендації щодо монтажу та експлуатації апаратів.....	105
7. Рівень стандартизації та уніфікації.....	107
8. Розробка стартап-проекту.....	109
8.1 Опис ідеї проекту.....	109
8.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	112
8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	114
8.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	128
8.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	131
8.6 Висновки.....	137
Висновки.....	138
Выводи.....	140
Conclusion.....	142
Перелік посилань.....	143
Додаток А Технологічний процес виготовлення зірочки для транспортера	148
Додаток Б Автоматизація віброекструзійної установки.....	174
Додаток В Документація до патентного дослідження..	189
Додаток Г Блок-схема розрахунку, таблиця ідентифікаторів, програма розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію.....	200
Додаток К Патенти, які використані в патентному дослідженні.....	204
Додаток Л Публікації автора	215

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

Умовні позначення:

l – довжина армуючих фібр, м;

L – висота стовпа суміші, м;

ρ – густина бальзатофібробетону, кг/м^3 ;

μ_B – вібров'язкість суміші, $\text{Па} \cdot \text{с}$;

H, h – висота, м;

$\bar{\gamma}$ – середня деформація зсуву, с^{-1} ;

D, d – діаметри, м;

U – швидкість, м/с ;

N – потужність, Вт;

n – частота обертання, с^{-1} ;

b – ширина шару, м;

t – час, с;

S – товщина, м;

η – коефіцієнт корисної дії;

f – коефіцієнт тертя;

M – момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

P – тиск, Па;

ω – кутова швидкість, $1/\text{с}$;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, МПа;

V – об'єм, м^3 ;

m – маса, кг.

Умовні скорочення:

УВЕ – установка віброекструзії;

ККД – коефіцієнт корисної дії.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Вступ

Будівельна індустрія, в даний час, не може існувати без використання бетону. Зростаючі обсяги і темпи будівництва вимагають все більших і більших обсягів його виробництва. Одночасно зростає і рівень вимог до виробів з бетону, тому тема поступово набуває актуальності. Бетон повинен витримувати серйозні механічні навантаження, протистояти усадці і утворення тріщин, мати стійкість до атмосферного впливу і перепадів температур, мати необхідну хімічну стійкість. Одним із шляхів створення нових більш ефективних конструкцій, що забезпечують економію арматурної сталі, є розробка конструкцій з бетонів, армованих мінеральними волокнами, головна перевага яких – дешева природна сировина і близькі до залізобетонних аналогів міцностні характеристики.

Фібробетон є одним з ефективних будівельних матеріалів, який в порівнянні з бетоном має більш високу міцність на стиск і розтягання, тріщиностійкість, морозостійкість, опір стиранню, ударо- і вибухостійкість за рахунок армування мінеральними волокнами, які покращують його властивості.

Метою даної магістерської дисертації є модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує. З цією метою передбачено виконання необхідних розрахунків апарата для змішування та формування фібробетонних виробів.

Робота включає аналіз технологічного процесу з описом та обґрунтуванням обраних конструкцій апаратів та їх місце в технологічній схемі, технічні характеристики основних апаратів установки, конструкції і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей, порівняння основних показників обраних конструкцій з аналогами, вибір матеріалів елементів конструкцій апаратів, патентний огляд конструкцій основного обладнання установки, проведення розрахунків, що підтверджують працездатність та надійність конструкцій апаратів, охорону праці та безпеки в надзвичайних

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ситуаціях, рекомендації щодо їх монтажу та експлуатації, рівень стандартизації та уніфікації, розробка стартап-проекту впровадження модернізації, розробку та описання технологічного процесу виготовлення деталі та схеми автоматичного керування технологічним процесом установки.

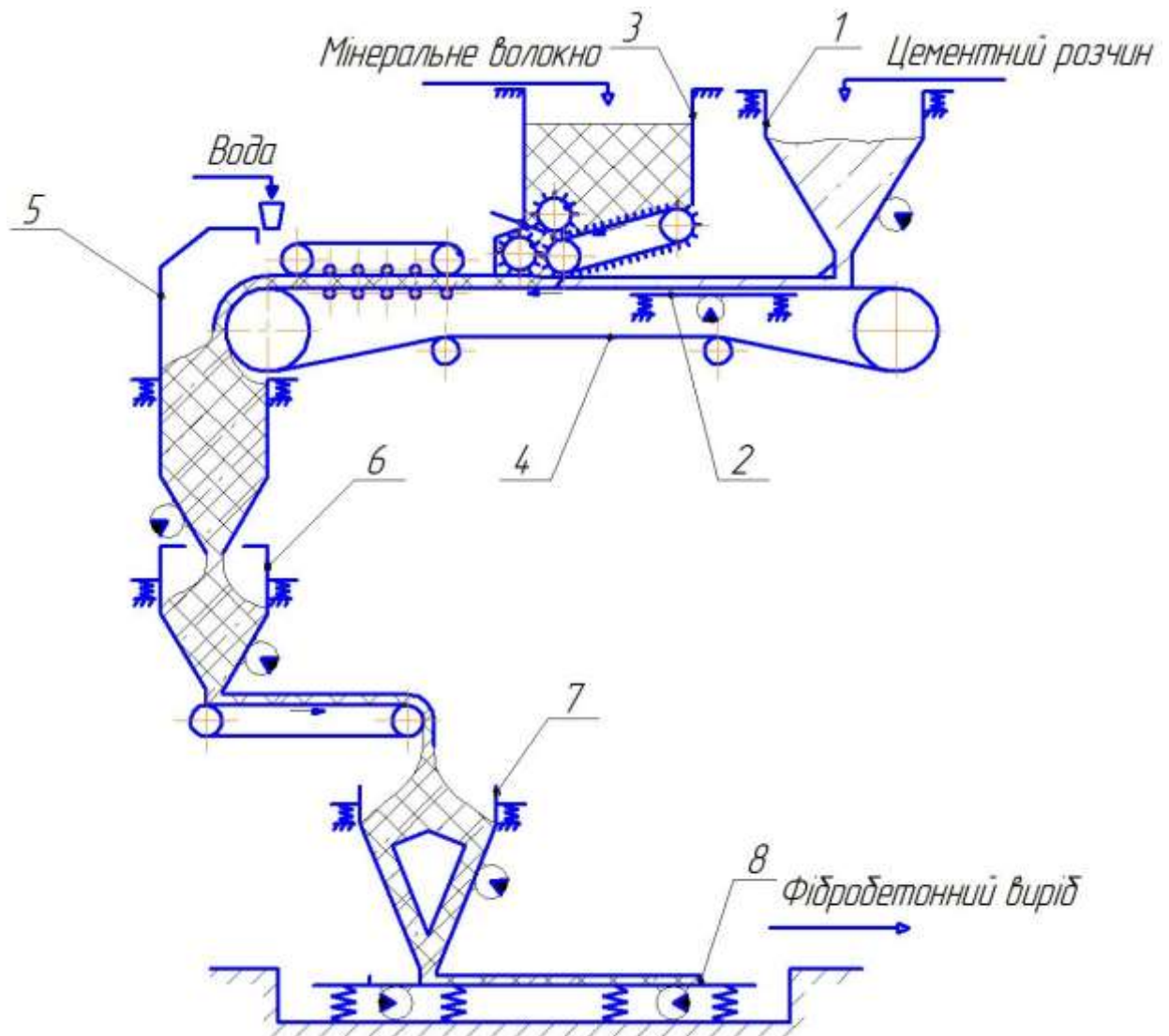
Завдання на проектування одержано під час проходження переддипломної практики в ІТТФ НАН України в вересні 2018 р.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1. Призначення та область застосування віброекструзійної установки

1.1 Опис технологічного процесу

На рисунку 1.1 зображено схему технологічного процесу віброекструзії [1].



1 –живильник цементно піщаного розчину; 2 – вібростіл;

3 – живильник грубих мінеральних (базальтових) фібр; 4 – конвеєр;

5 – перший віброекструдер, що змішує; 6 – другий віброекструдер, що змішує;

7 – формуючий віброекструдер; 8 – підготовлена форма

Рисунок 1.1 – Схема дослідно-промислової установки віброекструзії

Установка віброекструзії (рисунок 1.1) змонтована з дозатора-живильника цементно піщаного розчину 1 та грубого базальтового волокна 3, вібростола 2, конвеєра 4, двох змішуючих віброекструдерів 5, 6 та одного формуючого 7 та форми для фібробетону 8.

Віброекструзійна установка призначена для виробництва виробів з фібробетону у промислових умовах і випуску експериментальних партій.

Установка встановлена на самохідному шасі і змонтована з дозатора – живильника цементного піщаного розчину 1 і грубих мінеральних фібр 3, вібростола 2, конвеєра 4, форсунок для додаткового зрошення розчину, каскаду віброекструдерів змішувальних 5, 6 та формуючого 7 та електрообладнання.

Ділянка одержання тонкого шару цементно піщаного розчину починається з дозатора-живильника 1 з якого подається розчин на транспортер у виді джгутів певного перерізу. При проходженні стрічкою вібростола 2 цементні джгути розтікаються по ширині стрічки, утворюється шар розчину товщиною $(2 \div 8) \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Дозатор розчину зварений з листової сталі пірамідального типу та складається зі звареної рами на якій встановлено бункер на пружинних опорах та вібратора ІВ-22. В нижній частині присутній гвинтовий механізм регулювання щілини подачі розчину. [1].

Продуктивності ділянки контролюється регулюванням шибєру живого перерізу та швидкістю транспортерної стрічки та знаходиться в діапазоні $(1,4 \div 14) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Живильник грубого базальтового волокна 3 призначений для безперервної рівномірної подачі волокон на рухомий шар цементного розчину.

Основною частиною його є бункер, днищем якої є похилий транспортер з спеціальним голчастим конвеєром шириною 0,65 м [1].

Конвеєр 4 призначений для подачі додатково зрошеного шару розчину, з розподіленими і зафіксованими на ньому волокнами в перший віброекструдер

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

каскаду, що змішує.

Конвеєр регулює швидкість транспортерної стрічки від 0,05 до 1,45 $\frac{м}{с}$ за рахунок приводу.

На ділянці де фіксуються волокна у розчин притискна стрічка має можливість регулювати вихідни зазор та кут нахилу стрічки щодо конвеєра.

Перед першим віброекструдером 5 встановлена форсунка для додаткового зрошення розчину.

Віброекструдери, що змішують призначені для змішання розчину з волокнами.

Віброекструдер 5 створений зі звареного бункера, який встановлено на пружиній опорі під барабаном приводу конвеєра. Вібраційний пристрій ІВ-104 закріплений жорстко на стінці бункера спереду. Вихідний отвір віброекструдера за рахунок гвинтового приводу регулюється шибер [1].

Другий віброекструдер змішування 6, аналогічний конструкції першого, та має стрічковий роздавальний транспортер [1].

Поворотний кут роздавального стрічкового транспортера монтується з умови рівномірного забезпечення формуючого віброекструдера розчином по всьому об'ємі бункера. Коливання приводу забезпечується редуктором приводу роздавального стрічкового транспортера.

Віброекструдер, що формує 7 виконує контрольне змішування волокон з розчином та формує необхідний профіль. Віброекструдер формуючий закріплений на пружиній підвісці в силовій рамв та складається з корпуса та формуючої змінної голівки. За допомогою лебідки здійснюється піднімання та опускання силової рами. Вертикальна вібрація здійснюється двома синхронізованими спеціальними вібраторами [1].

Шасі установки призначено для встановлення на рейковий шлях основних вузлів та їх розміщення. Для переміщення установки шасі обладнанне приводом. У верхній частині рами для обслуговування установки розміщено площадку для

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

для персоналу та встановлення агрегатів відповідно.

Транспортне переміщення відбувається безступінчастим регулюванням постійної швидкості $0,42 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ за рахунок приводу та задовольняє формуючу швидкість $(4 \div 25) \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ [1].

Дистанційне керування робочого ходу відбувається за рахунок багатодискової електромагнітної муфти.

В разі відсутності в цеху кранового обладнання установка додатково обладнується підйомним механізмом для форми та виробу.

Технологічна лінія складається з вузла готування розчину, віброплощадки контейнерів для розчину і мінерального волокна, парку металевих форм, вантажопідйомного устаткування та пересувної віброекструзійної установки.

Приготування розчину здійснюється на існуючому розчиннобетонному вузлі. Готовий розчин доставляється у кубелі до бункера дозатора-живильника розчину установки.

Мінеральне волокно перевантажується з контейнера у відповідний дозатор-живильник установки. Форма для фібробетону 8 підйомником встановлюється на напрямку руху установки. Форму підіймають та транспортують в цех та встановлюють на вібраційну плиту .

Після циклу формування установка знімає виріб та транспортує на термовологу обробку в пропарювальну камеру [1].

1.2 Вибір типу установки, апаратів, їх місце в технологічній схемі

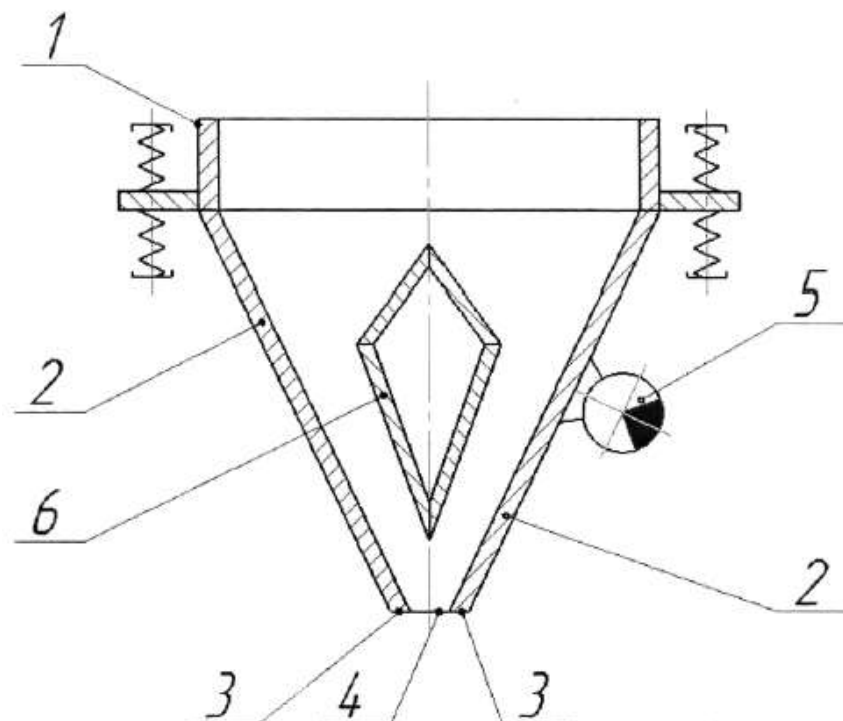
Технологія віброекструзії дозволяє [1]:

- виготовляти фібробетонні вироби з меншою масою в порівнянні з залізобетонними аналогами ;
- дозволяє використовувати фіброву арматуру в будівельних виробих з частковою чи повною заміною металевої арматури;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- орієнтувати фіброві волокна повздовж осі формування, ефективно їх використовувати;
- здійснювати ефективне змішування компонентів композиції;
- виключити утворення грудок в суміші чи руйнування фібрових волокон під час змішування та формування;
- ефективно використовувати фібри у виробх, відповідно, у 6 разів в порівнянні з традиційним формуванням і у 2 рази в порівнянні з спеціально розробленим за методом розпилення-всмоктування;
- збільшити густину готових виробів;
- переробляти суміші з низьким водо-цементним складом;
- переходити на будь-який тип фібрової арматури, відходи виробництв;
- здійснювати безупинний процес виробництва.

Схема апарата, призначеного для формування фібробетонної суміші зображено на рисунку 1.2 [2].



1 – бункер; 2 – похилі плоскі стінки; 3 – нижні ділянки похилих плоских стінок; 4 – роздавальне вікно; 5 – збуджувач коливань; 6 – направляючий пристрій

Рисунок 1.2 – Апарат для формування фібробетонної суміші

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 20
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Віброекструдер призначений для формування фібробетонних виробів плоского перерізу. Він складається з бункеру 1 та похилих плоских стінок 2, нижніх ділянок 3 похилих стінок, роздавального вікна 4, збуджувача коливань 5, направляючого пристрою 6, поздовжній переріз якого має вигляд дельтоїда. [2].

Дане виконання віброекструдера забезпечує в плоскому виробі поздовжню орієнтацію фібрової арматури за рахунок зсувної деформації руху суміші в нижній частині направляючого пристрою. Ефективно використовувати армуючі властивості фібри

Конструкція віброекструдера нескладна. Виготовлення та експлуатація доступна. Конструкція універсальна, можливе використання фібро бетонних сумішей різного складу, забезпечуючи у всьому виробі повздовжню орієнтацію волокна.

Дана конструкція формуючого віброекструдера можлива в використанні в якості змішуючого віброекструдера.

Віброекструдери, що змішують призначені для змішання розчину з волокнами. В технологічній схемі кількість їх становить дві штуки. Встановлені вони каскадно, та забезпечують своєю кількістю необхідну сумарну деформацію зсуву. Конструкція їх аналогічна формуючому, але без спеціальної вставки.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2 Технічна характеристика установки

1	Продуктивність (по базальтофібробетону), м ³ /год	до 8,7
2	Геометричний об'єм бункера дозатора розчину, м ³	0,73
3	Витрата розчину, м ³ /год	до 8,7
4	Точність дозування розчину, %	± 5
5	Точність зважування розчину, кг	±15
6	Геометричний об'єм бункера дозатора базальтового волокна, м ³	1,2
7	Витрата базальтового волокна, кг/год	80–1000
8	Точність дозування базальтового волокна, %	± 5
9	Точність зважування базальтового волокна, кг	± 1,75
10	Швидкість транспортера, що змішує, м/с	0,05–1,5
11	Параметри волокна, мм:	
	довжина	20–60
	товщина	0,05–0,5
12	Параметри вібрації:	
	а) кругових коливань	
	частота, Гц	45–200
	амплітуда, мм	0,1–1
	б) ударної вібрації	
	частота, Гц	10–40;
	амплітуда, мм	0,1–5;
	в) спрямованих коливань	
	частота, Гц	45–200;
	амплітуда, мм	0,1–1;
13	Висота підйому вібронасадки, мм	120;
14	Вантажопідіймальність підйомника форми, кгс	4000;
15	Хід підйомника форми, мм	до 200;
16	Висота форми, мм	40

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

17 Габарити виробів, що формуються:

довжина, м	до 2;
ширина, м	до 0,5;
висота, м	до 0,04;

18 Швидкість формовання, м/хв 0,25–1,5;

19 Швидкість прискорених переміщень установки, м/хв 25;

20 Колія, мм 2900;

21 Встановлена потужність (без віброплощадки), кВт 37;

22 Габаритні розміри, мм:

висота	4500;
довжина	8100;
ширина	3225;

23 Ширина в транспортному положенні, мм 3280.

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апаратів

3.1 Конструкція і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей

Віброекструзійна установка призначена для виробництва виробів з фібробетону у промислових умовах і випуску експериментальних партій [1].

Установка віброекструзії змонтована з дозатора-живильника цементно піщаного розчину 1 та грубого базальтового волокна 3, вібростоло 2, конвеєра 4, двох змішуючих віброекструдерів 5, 6 та одного формуючого 7 та форми для фібробетону 8.

Установка встановлена на самохідному шасі і змонтована з дозатора – живильника цементного піщаного розчину 1 і грубих мінеральних фібр 3, вібростоло 2, конвеєра 4, форсунок для додаткового зрошення розчину, каскаду віброекструдерів змішувальних 5, 6 та формуючого 7 та електрообладнання.

Ділянка одержання тонкого шару цементно піщаного розчину починається з дозатора-живильника 1 з якого подається розчин на транспортер у виді джгутів певного перерізу. При проходженні стрічкою вібростолу 2 цементні джгути розтікаються по ширині стрічки, утворюється шар розчину товщиною $(2 \div 8) \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Дозатор розчину зварений з листової сталі пірамідального типу та складається зі звареної рами на якій встановлено бункер на пружинних опорах та вібратора ІВ-22. В нижній частині присутній гвинтовий механізм регулювання щілини подачі розчину. [1].

Продуктивності ділянки контролюється регулюванням шибєру живого перерізу та швидкістю транспортерної стрічки та знаходиться в діапазоні $(1,4 \div 14) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Живильник дозатор грубого мінерального волокна 3 призначений для

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

безперервної рівномірної подачі волокон на рухомий шар цементного розчину.

Основною частиною його є бункер, днищем якої є похилий транспортер з спеціальним голчастим конвеєром шириною 0,65 м [1].

Конвеєр 4 призначений для подачі додатково зрошеного шару розчину, з розподіленими і зафіксованими на ньому волокнами в перший віброекструдер каскаду, що змішує.

На ділянці де фіксуються волокна у розчин притискна стрічка має можливість регулювати вихідний зазор та кут нахилу стрічки щодо конвеєра.

Віброекструдер, що формує 7 виконує контрольне змішування волокон з розчином та формує необхідний профіль. Віброекструдер формуючий закріплений на пружинній підвісці в силовій рамі та складається з корпусу та формуючої змінної голівки. З використанням лебідки здійснюється піднімання та опускання силової рами. Вертикальна вібрація здійснюється двома синхронізованими спеціальними вібраторами [1].

Шасі установки призначено для встановлення на рейковий шлях основних вузлів та їх розміщення. Для переміщення установки шасі обладнане приводом. У верхній частині рами для обслуговування установки розміщено площадку для персоналу та встановлення агрегатів відповідно.

Перед першим віброекструдером 5 встановлена форсунка для додаткового зрошення розчину.

Віброекструдери, що змішують призначені для змішання волокнами з розчину.

Віброекструдер 5 створений зі звареного бункера, який встановлено на пружинній опорі під барабаном привода конвеєра. Вібраційний пристрій ІВ-104 закріплений жорстко на стінці бункера спереду. Вихідний отвір віброекструдера за рахунок гвинтового приводу регулюється шибер [1].

Другий віброекструдер змішування 6, аналогічний конструкції першого, та має додатковий транспортер [1].

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Поворотний кут роздавального стрічкового транспортера монтується з умови рівномірного забезпечення формуючого віброекструдера розчином по всьому об'ємі бункера. Коливання приводу забезпечується редуктором приводу роздавального стрічкового транспортера.

3.2 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами

У дисертації розробляється конструкція формуючого віброекструдера із дельтоїдною вставкою для формування фібробетонних виробів. Ширина плоскої щілини модернізованого віброекструдера становить 80 мм.

Найближчими аналогами для порівняння є формуючий віброекструдер з шириною плоскої щілини 84 мм та формуючий віброекструдер без направляючої вставки.

Порівняння основних показників обраної конструкції з аналогами, які описані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння основних показників конструкції з аналогами

Технічна характеристика	Плоска щілина 80мм	Плоска щілина 84мм	Без вставки
1	2	3	4
Продуктивність віброекструзійної установки, м ³ /с (бали)	2,4·10 ⁻³ (3)	2,4·10 ⁻³ (3)	2,4·10 ⁻³ (3)
Потужність вібрації віброекструдера, Вт (бали)	12,73(2)	12,73(2)	6,3(3)

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4
Швидкість формування виробу, м/с (бали)	$6 \cdot 10^{-2}$ (3)	$5,8 \cdot 10^{-2}$ (2)	$5,8 \cdot 10^{-2}$ (2)
Орієнтація фібри, град(бали)	22(3)	25(2)	30(1)
Габаритні розміри ВЕУ, м:	висота – 4,6; довжина – 8,1; ширина – 3,4; Ширина колії – 2,9 м. (3)	висота – 4,6; довжина – 8,1; ширина – 3,4; Ширина колії – 2,9 м. (3)	висота – 4,6; довжина – 8,1; ширина – 3,4; Ширина колії – 2,9 м. (3)
(Сума балів)	(14)	(12)	(12)

Висновок: Враховуючи, що оцінка в балах вийшла найбільшою, то доцільно використовувати формуючий віброекструдер з шириною плоскої щілини 80 мм, а також він найкраще підходить для формування фібробетонних виробів націлених на повздовжню орієнтацію фібри.

3.3 Вибір матеріалів елементів конструкцій апаратів

Вибір конструктивного матеріалу, що обумовлений умовами експлуатації проектної установки, варто виконувати так, щоб за низької вартості і не дефіцитності матеріалу забезпечити ефективну технологію виготовлення виробу.

Працездатність виробу, тобто стан, при якому він здатен нормально виконувати свої функції, оцінюється критеріями міцності, пружності, стійкості, зносо-, ударо- та корозійної стійкості. Слід враховувати що дія корозії та високих

температур знижує межу витривалості матеріалу. Завдяки широкому спектру властивостей, обумовлених складом і хіміко-термічною обробкою, сталь найбільш розповсюджений конструкційний матеріал.

Для обраної установки, користуючись [3], був обраний матеріал Ст3 ГОСТ380-2005 з антикорозійним покриттям, а для кріпильних виробів використовувати Ст35 ГОСТ 1050-88 [4]. Це вуглецеві сталі звичайної якості які застосовують для виготовлення несучих металевих конструкцій, кріплень тощо.

Для зменшення вібрації та її впливу на установку від збудників коливань (вібраторів) використовуємо пружини. Пружини виконані із конструкційної ресорно-пружинної сталі марки 50ХФА ГОСТ 13773-86 [5].

Підготовлені форми для фібробетонних виробів виготовляють із сталі 45Л ГОСТ 1050-88.

Ролики стрічкових конвеєрів виготовляють із сталі 45 ГОСТ 1050-88 [4].

3.4 Патентний огляд конструкцій основного обладнання установки

Патентний пошук проводиться для знаходження об'єктів порівняння та перевірки патентної чистоти обраної конструкції. В результаті пошуку відібрані для детального розгляду ряд конструкцій, описи яких наведено нижче.

Предметом пошуку є: формуючий віброекструдер та віброекструдер для змішування.

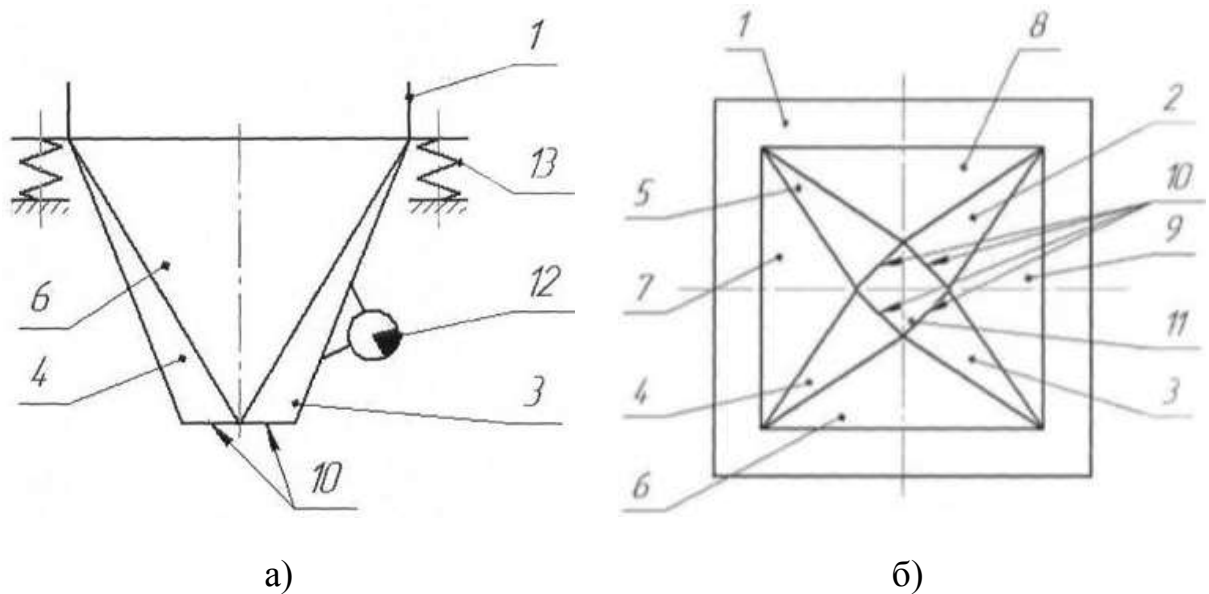
Метою огляду є визначення актуальності розроблюваних апаратів на сьогоденішньому етапі розвитку науки та техніки.

Віброекструдер формування прямокутних фібробетонних виробів [6], що зображений на рисунку 3.1, складається з бункера, пружної опори та коливального пристрою. Бункер встановлений на пружинній опорі та складається з восьми похилих стінок. Похилі стінки бункера в свою чергу складаються з чотирьох, що розширюються донизу та утворюють роздавальне вікно та інших чотирьох, що розташовуються поміж перших та розширюються доверху, до

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

вершин кутів прямокутного бункера. Поперечний переріз формованого виробу відповідає прямокутному перерізу роздавального вікна.

Графічна модель зображена на рисунку 3.1.



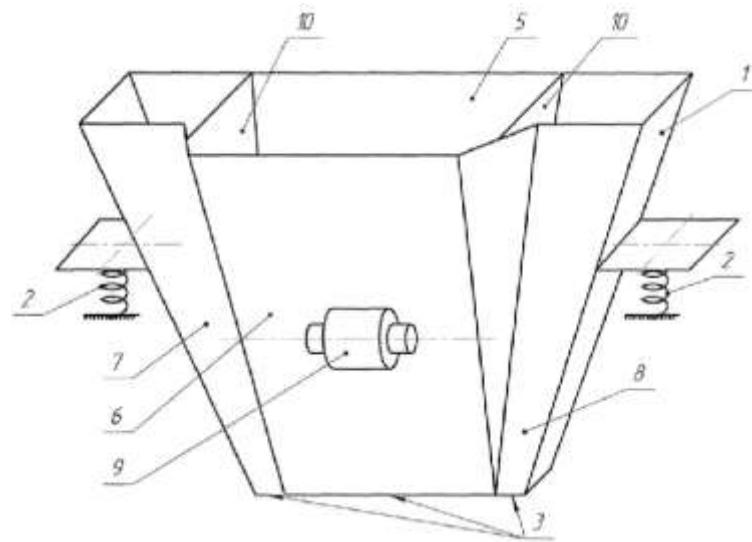
1 – бункер; 2, 3, 4, 5 – похилі плоскі стінки, що розширюються донизу; 6, 7, 8, 9 – похилі плоскі стінки, що звужуються донизу; 10 – нижні крайки; 11 – роздавальне вікно; 12 – коливальний пристрій; 13 – пружинні зв'язки.

Рисунок 3.1 – Віброекструдер формування прямокутних фібробетонних виробів: а) віброекструдер, б) вид зверху

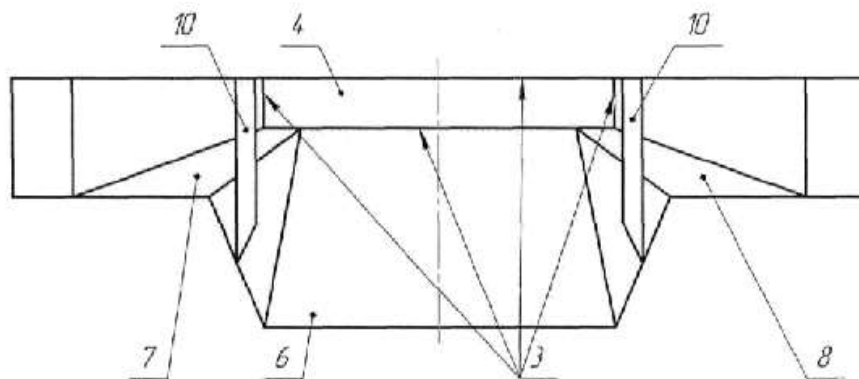
Недоліками даної корисної моделі є складність виготовлення бункера за рахунок великої кількості стінок. Не достатній кут орієнтації фібри у готовому виробі.

Перевагою даного удосконалення є похилі стінки бункера віброекструдера чотирьох, що розширюються донизу та інших чотирьох, що розташовуються поміж перших та розширюються доверху. В результаті чого підвищується об'ємна витрата суміші у кутових ділянках роздавального вікна. Однорідність фібробетонної суміші покращується та якість виробів відповідно, а бункер легкий в очищенні [6].

Віброекструдер формування плоских плит з фібробетону[7] складається з бункера, пружинних опор, збуджувача коливань. Зображений на рисунку 3.2. Бункер встановлений на пружинних опорах та зварений з похилих стінок які утворюють роздавальне вікно та пари внутрішніх перегородок. Збуджувач коливань жорстко закріплений на зовнішній поверхні бункеру. Особливістю є вертикальна стінка.



а)



б)

1 – бункер; 2 – пружинні зв'язки; 3 – нижні крайки; 4 – роздавальне вікно;
5 – вертикальна стінка; 6, 7, 8 – похилі стінки; 9 – збудник коливань;
10 – перегородка.

Рисунок 3.2 – Віброекструдер для формування плоских плит з фібробетону

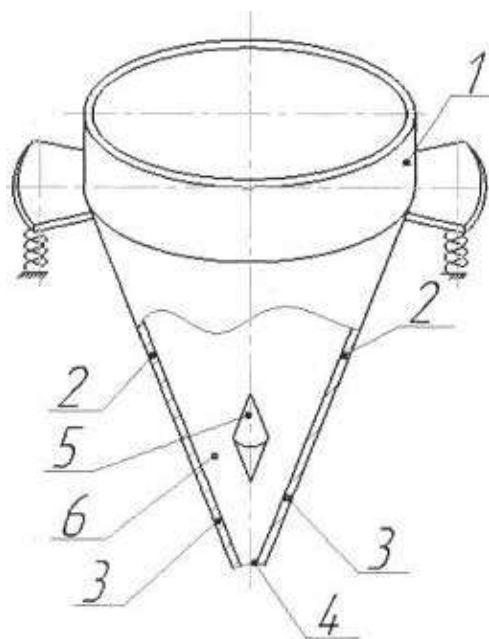
а) схема віброекструдера, б) вид зверху

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

Перевагами даного виконання віброекструдера є його конструкція, що покращує якість готового виробу. Покращується ефективність змішування складових суміші. Підвищення міцності виробів. Краща повздовжня орієнтація фібри. Можливість працювати з різним складом фібро бетонної суміші, за рахунок поділу на секції.

До недоліків даної конструкції можна віднести нерівномірну повздовжню орієнтацію фібри по перерізу виробу та складність експлуатації та ремонту даного обладнання. Поділ бункеру на секції, що може вплинути на неоднорідність та якість готового виробу.

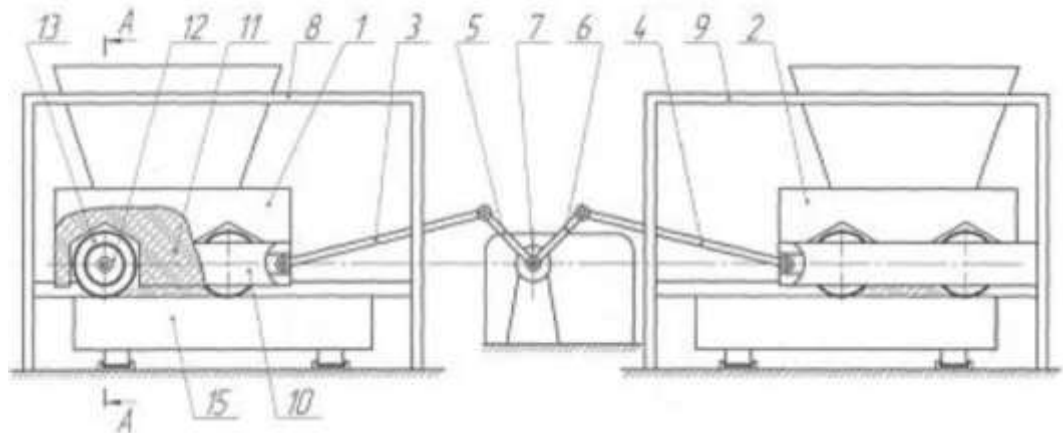
Віброекструдер призначений для змішування та формування фібробетонних виробів поперечний переріз яких круглий [8]. Рисунок 3.3. Він складається з бункеру (зрізаний конус), направляючий пристрій та коливальний пристрій. Напрямний пристрій має можливість фіксації та регулювання в певному положенні на стінках бункера. Нижні ділянки зрізаного конуса утворюють вікно подачі суміші.



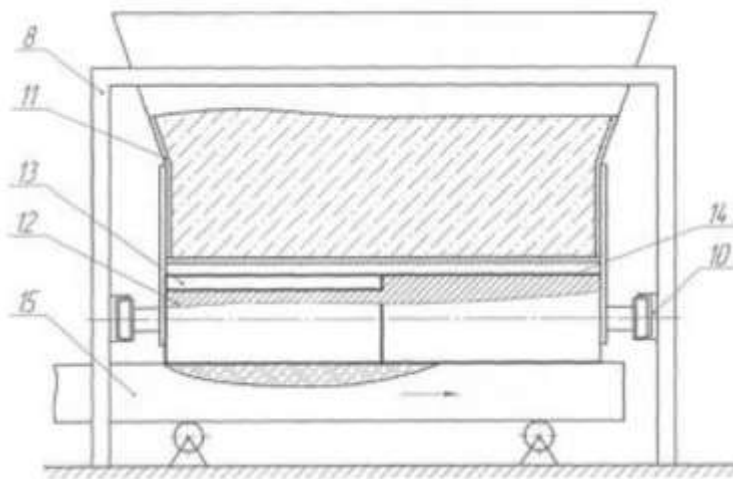
1 – бункер; 2 – стінки зрізаного конуса; 3 – нижні ділянки; 4 – роздавальне вікно; 5 – напрямний пристрій; 6 – кільцевий канал.

Рисунок 3.3 – Віброекструдер змішування та формування фібробетонних стовпчиків

Установка для формування виробів з бетонних сумішей [9] складається з двох формуючих пристроїв, що керуються руховим рухом спільного приводу з двома рукоятковими і повзунковими механізмами. Зображений на рисунку 3.4. Ролик - виконаний у вигляді металевого циліндра з пневматичною шиною, а інший на його поверхні має гумове захисне напилення.



а)



б)

1, 2 – формувальні візки; 3, 4 – шатуни; 5, 6 – кривошипи; 7 – привідний вал; 8, 9 – портали; 10 – направляюча; 11 – подавальний бункер; 12 – уковувальні ролики; 13 – металевий циліндр з пневматичною шиною; 14 – металевий циліндр з гумовим напиленням; 15 – форми.

Рисунок 3.4 – Установка для формування виробів з бетонних сумішей (а), переріз цієї установки по лінії А-А (б)

Перевагою даної корисної моделі є безперервне формування виробів. Удосконалена конструкція ролика.

До недоліків установки можна віднести складність виготовлення, ремонту та експлуатації. Наявність рухомих частин. Не можливість працювати з армуючими волокнами.

Корисна модель відноситься до області виробництва будівельних матеріалів, а саме до обладнання для отримання дисперсно-армованих сумішей при виробництві високоякісних фібробетонів [10].

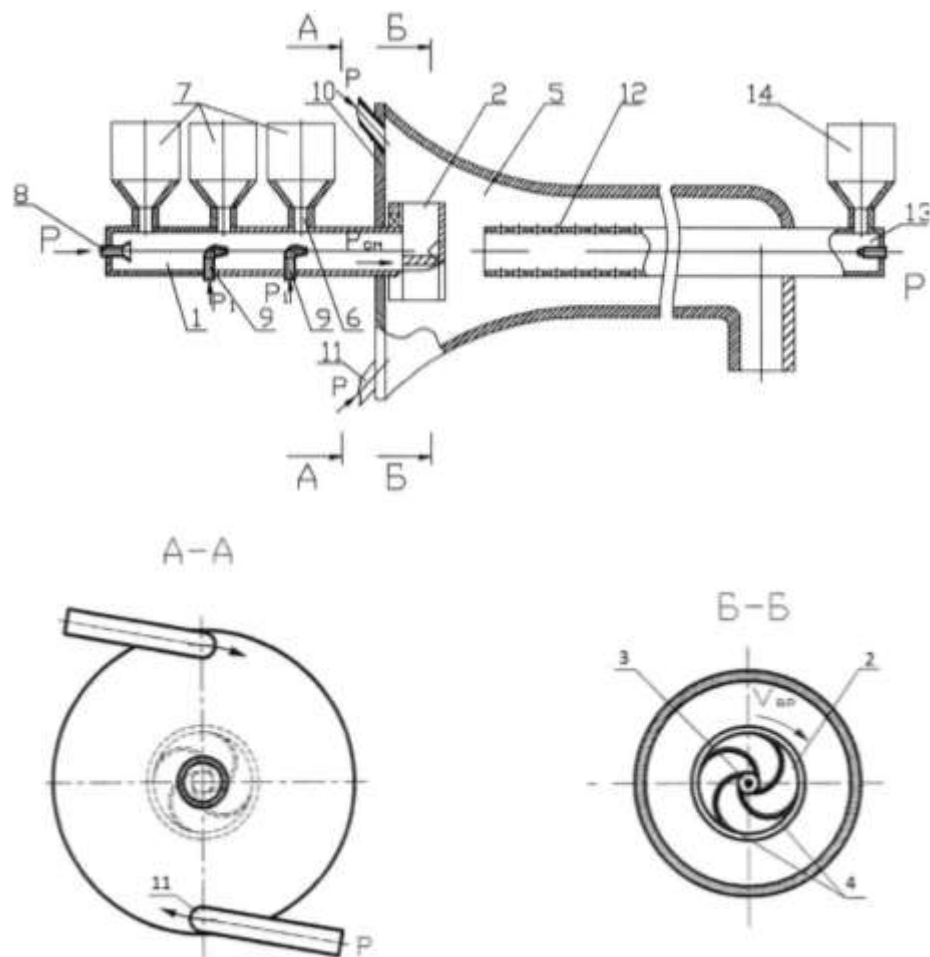
Протиточний пневмозмішувач для виробництва дисперсно-армованих сумішей [10], що містить корпус, виконаний у вигляді горизонтального конфузора з похилими соплами 11, введених в корпус 5 тангенціально, трубу подачі 1 з завантажувальними бункерами і повітряними соплами 8 і 9, з боку вивантаження в корпусі встановлено має вигляд порожнього циліндра з радіальними отворами на що утворює патрубок з завантажувальним бункером 14 і повітряним соплом 13. У запропонованому рішенні на трубі, що подає 1 розміщений ротаційний розподільник 2 з конус-розсікачем 3 і вихідними отворами, освіченими лопатками. Зображений на рисунку 3.5.

Метою даного удосконалення є підвищення якості дисперсно-армованої суміші на основі фібро волокон за рахунок збільшення ступеня розпушення фібро волокна.

Перевагами даної конструкції пневмозмішувача є збільшена зона подачі компонентів суміші до 360° , що сприяє отриманню високоякісної суміші з високим ступенем розпушення фібро волокон та збільшенням площі взаємодії компонентів. Висока продуктивність установки.

Недоліками конструкції є складність у виготовленні та ремонті. Потреба у пристроях, що забезпечують тис (компресор).

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

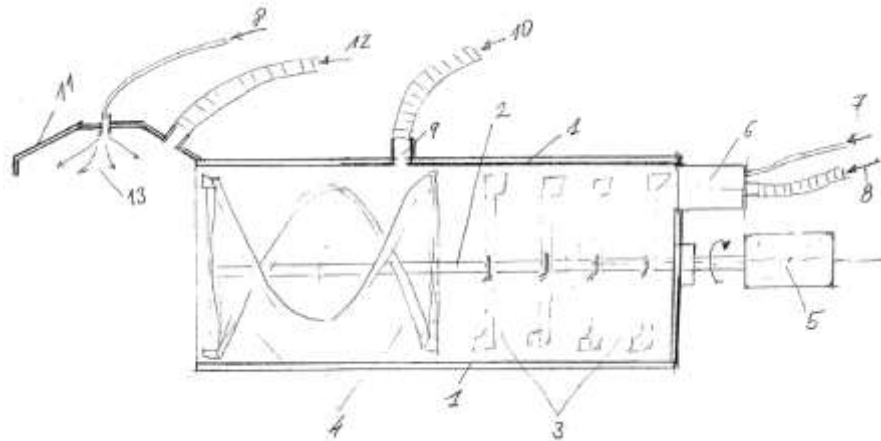


1 – труба подачі; 2 – ротаційний розподільувач; 3 – конус-розсікач;
 4 – лопатки; 5 – корпус; 6 – патрубки введення; 7 – завантажувальні бункери;
 8, 9 – повітряне сопло; 10 – конфузор; 11 – нахилені сопла; 12 – патрубок;
 13 – додаткове повітряне сопло; 14 – завантажувальний бункер.

Рисунок 3.5 – Протиточний пневмозмішувач для виробництва дисперсно-армованих сумішей

Метод і пристрій для безперервного виробництва гідралічних в'язучих будівельних матеріалів [11], зображений на рисунку 3.6. Зміни в місці розміщення змішувача. Замість готової суміші гідралічних в'язучих з змішувача буде подаватися по трубопроводу до розміщення, змішувач поміщається на місці застосування. Суху суміш гідралічних в'язучих, подається по трубопроводу. В інших трубопроводах подається вода і піна. Змішування гідралічних в'язучих з інертними наповнювача можуть бути виконані в момент укладання. За допомогою змішувача наливають готову суспензію, а через інший трубопровід

наповнювачами. Відсутність механічного перемішування, так як суспензія і інертні наповнювачі, розподіляються рівномірно нанесеного шару. Винахід включає в себе розміщення змішувач для безперервного виробництва не легких портативних пристроїв з довжиною, що дорівнює довжині укладання гідравлічно пов'язаних матеріалів. Нова горизонтальна структура розділена на дві частини, з яких можна розмістити третю частину розширення структури до заданого розміру.



1 – змішувач; 2 – вісь з лопатками; 3 – перший сектор змішування зі зміщенням; 4 – другий сектор з контрольованим зміщенням; 5 – електродвигун; 6 – сопло для змішування сухої суміші з водою; 7 – суха суміш; 8 – вода під постійним тиском; 9 – отвір з якого поступає піна; 10 – піна; 11 – сопла, які завантажені інертними наповнювачами; 12 – наповнювач; 13 – форсунка розпилення води.

Рисунок 3.6 – Змішувач гідравлічно в'язучих будівельних матеріалів

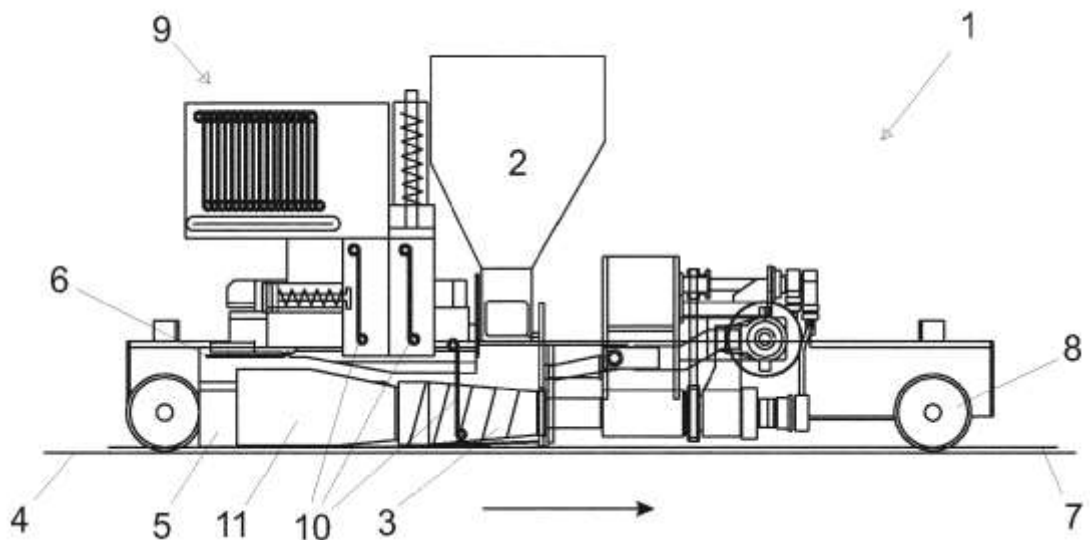
До переваг можна віднести якість змішування за рахунок чого покращується якість готової суміші. Наявність шенкового змішувача який попереджує затримання сухого матеріалу на стінках.

Недоліками конструкції змішувача буде складність обслуговування та необхідність у додатковому обладнанні.

Даний винахід відноситься до відливання збірних матеріалів у бетонні вироби, що використовуються в будівництві будівлі [12]. Рисунок 3.7.

Більш точно, винахід відноситься до способу і апарата для лиття збірного бетону з процесом лиття ковзання.

Винахід призначений для безперервного відливання бетонних виробів за допомогою ковзаючого лиття. Довжина готових виробів може становити 150-200 м в залежності від розміру елемента.



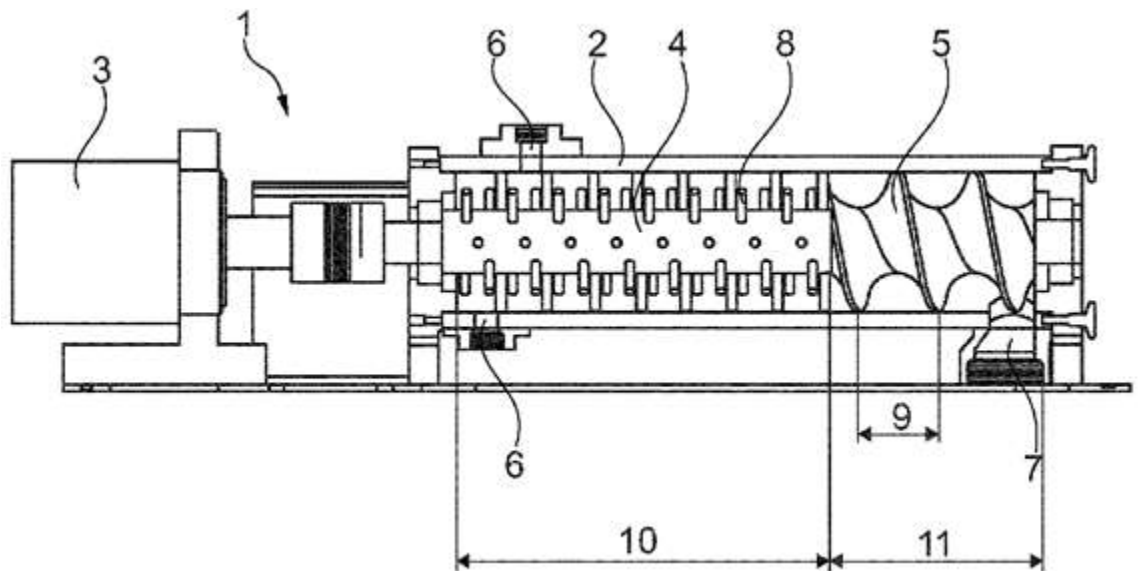
1 – машина, екструдер; 2 – бункер; 3 – подавальний гвинт; 4 – відливний шар; 5 – бічні пластини; 6 – верхні пресувальні промені; 7 – рельси; 8 – колеса; 9 – вбудований пристрій; 10 – вбудовані частини; 11 – порожнисте ядро.

Рисунок 3.7 – Установка для виробництва залізобетонних виробів

Перевагами даного винаходу без форменне формування бетонних виробів. Якість продукції. Можливість формувати довгі вироби. Деяка кількість арматури вводиться через верхні шари виробу.

Недоліками даного виробу є вартість такого обладнання та його важкість в обслуговуванні.

Даний змішувач для фібробетонних виробів [13] відноситься до змішувача та способу виготовлення конструкції, виконаної з будівельного матеріалу, що зображений на рисунку 3.8. Даний змішувач складається з барабану, приводу, валу змішування та одним входом та виходом. Призначений для змішування різних компонентів твердих, рідких, порошкових.



1 – змішувач; 2 – барабан; 3 – привід; 4 – перемішувальний вал;
 5 – конвеєрний пристрій (шнек); 6 – два впускні отвори; 7 – випускна труба;
 8 – штирі; 9 – ширина однієї шнекової зони; 10 – перша секція барабану;
 11 – друга секція барабану.

Рисунок 3.8 – Змішувач

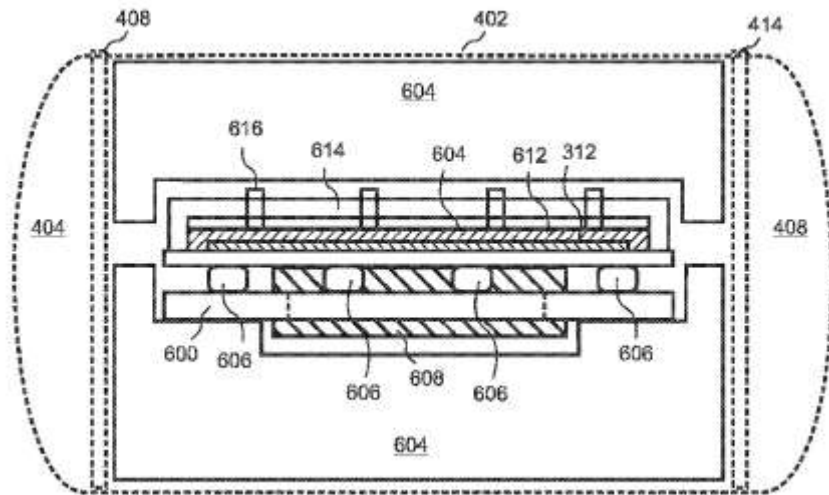
Перевагами даного змішувача є універсальність. Наявність двох секцій змішувальної та транспортерної. Якість змішування. Відсутність комкування.

До недоліків можна віднести складність виготовлення та обслуговування.

Вакуумний вібропрес для виробництва кам'яних плит [14] стосується композитних кам'яних плит, і, зокрема, вібраційного пресового апарату для виготовлення композитних кам'яних плит. Зображено на рисунку 3.9.

Вакуумна вібраційний прес для виготовлення композитних кам'яних плит застосовує стільки ж або більше вібрації та тиску, ніж звичайний бретонський прес, тоді як зважає менше, коштує менше витрат на виробництво, забезпечує коротший час циклу друку та вимагає меншого споживання енергії. Замість того, щоб вібрувати всю вакуумну камеру, преса включає вібраційні прилади всередині вакуумної камери, які вібрують лише пресувальним апаратом. Замість більш ніж 100 тонн, прес вібрації менше 5000 фунтів апарату, використовуючи менше 25 к.с. замість 100-300 к.с. У варіантах здійснення, блоки зменшення вакууму зменшують об'єм, який потрібно евакуйувати в камері. У варіантах здійснення

використовують гвинтові домкрати та пружини або повітряні мішки для забезпечення керованої сили натискання та точно рівномірної товщини плити. Вібрація може бути вертикальною та / або горизонтальною, лінійною та / або круговою, а також механічною та / або ультразвуковою. Сляби можуть бути вставлені і вилучені на конвеєрній стрічці або в окремі лотки на роликах.



402 – вакуумна камера; 404 – вібраційний пристрій; 408 – подушки безпеки; 414 – регулюючі гвинти; 600 – лоток; 604 – камера; 606 – пристрій поширення; 608 – плита; 612 – смішная смола; 614 – рідкі пігментні дисперсії; 312 – виріб.

Рисунок 3.9 – Вакуумний вібропрес для виробництва кам'яних плит

До переваг даного способу можна віднести якість формування виробів, та їх міцність, кращу вібраційну характеристику, меншу вартість.

Недоліками є складність виготовлення обладнання за рахунок використання вакууму.

Винахід відноситься до інженерних кам'яних плит, також відомих як кам'яні плити бретонів або кварцові плити, і, зокрема, до виробничих установок для виготовлення інженерних кам'яних плит [15]. Зображений на рисунку 3.9. Інженерні кам'яні плити є спеціалізованим, не пористим, високоефективним типом композитних кам'яних плит, що емулюють як фізичні, так і візуальні властивості плитки з природного каменю. Термін "композитний камінь" дуже широкий і може бути застосований

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

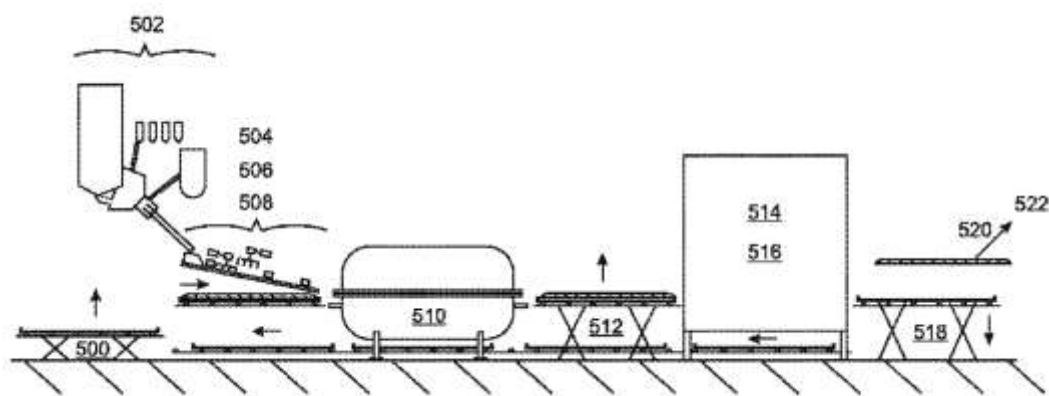
до будь-якого матеріалу, який утворюється при склеюванні частинок каменю разом. Найпоширеніші форми композитного каменю, такі як асфальт, нормальний цемент або полімерний цемент, не призначені для наслідування природного каменю і навіть близько не наближаються до фізичних властивостей або зовнішнього вигляду натуральних кам'яних плит.

Виробничий цех для формування інженерних композитних кам'яних плит, включає в себе вакуумний вібропрес, здатний застосовувати вакуум, тиск і коливальну енергію до утвореної слябової суміші, нанесеної на плиточну структуру або в неї, згадана слябкова суміш, що містить кам'яні гранули, порошковий камінь та зв'язувач з смолою, вказаний змішувач смоли не більше 15% пшеничної суміші за масою, вказаний вакуум, тиск і коливальна енергія, що застосовується в комбінації амплітуд, достатня для стиснення вказаної сформованої слябової суміші в замкнуту конфігурацію, в якій всі порожнечі між кам'яними гранулами та кам'яним порошком наповнені згаданою смоловою сполучною речовиною, причому вакуумний вібропрес підвішений над підтримуючою підлогою таким чином, що забезпечується прохід між вакуумним вібраційним пресом і згаданою несучою поверхнею. Система транспортування сляба, виконана для транспортування зазначеної сформованої суміші сляба у вказаний вакуумний вібропрес і із неї, частина системи транспортування плити спрямовується через прохід, який формується між вакуумним вібраційним пресом і згаданою несучою поверхнею.

Перевагами висока якість продукції на виході та система транспортування сляба.

Недоліками є складність виготовлення обладнання за рахунок використання вакууму., герметичність камери.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		



500 – підйомник; 502 – безперервний змішувач; 504 – розподільний пристрій; 506 – живильна станція; 508 – кришка; 510 – вакуумний вібраційний прес; 512 – підйомник; 514 – піч; 516 – охолоджувальна станція; 518 – підйомник; 520 – форма; 522 – місце зберігання (склад) .

Рисунок 3.10 – Вакуумний вібропрес для виробництва кам'яних плит

Висновок: у результаті проведених патентних досліджень встановлено, що пропонований апарат і його складові частини відповідають умовам патентоздатності винаходу (корисної моделі).

4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції

4.1 Розрахунок продуктивності установки

Мета: визначення продуктивності установки віброекструзії.

Розрахункова схема бункера віброекструдера приведена на рисунку 4.1.

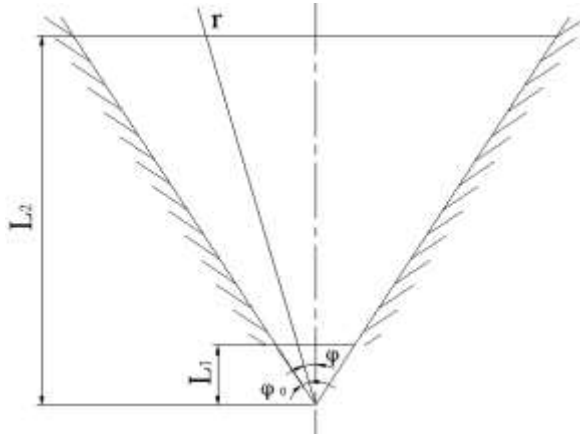


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема бункера віброекструдера

Вхідні дані:

Ширина вихідного отвору, відповідно першого змішуючого, другого змішуючого і формуючого віброекструдерів:

$$2h'_k = 0,065 \text{ м}; h'_k = 0,0325 \text{ м};$$

$$2h''_k = 0,055 \text{ м}; h''_k = 0,0275 \text{ м};$$

$$2h'''_k = 0,04 \text{ м}; h'''_k = 0,02 \text{ м};$$

Розмір армуючих фібр:

довжина l , м 0,04;

діаметр d , м $70 \cdot 10^{-6}$;

Висота стовпця суміші, відповідно, у першому, другому змішуючих і формуючому віброекструдерах:

$$L'_2 - L'_1 = 0,6 \text{ м};$$

$$L''_2 - L''_1 = 0,5 \text{ м};$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$L_2''' - L_1''' = 0,475 \text{ м};$$

Густина базальтофібробетону ρ , кг/м³ 2200;

Густина бетонної матриці ρ , Па·с 2050;

Кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ 30°;

Вібров'язкість композиції μ , Па·с 2400;

Вібров'язкість бетонної матриці μ , Па·с 520.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [16].

Відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера першого віброекструдера, що змішує:

$$L_1' = \frac{h_k'}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{0,0325}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 0,056 \text{ м}.$$

Відстань від початку координат до рівня суміші в бункері першого віброекструдера, що змішує:

$$L_2' = L_1' + 0,6 = 0,056 + 0,6 = 0,656 \text{ м}.$$

Відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера другого віброекструдера, що змішує:

$$L_1'' = \frac{h_k''}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{0,0275}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 0,048 \text{ м}.$$

Відстань від початку координат до рівня суміші в бункері другого віброекструдера, що змішує:

$$L_2'' = L_1'' + 0,5 = 0,048 + 0,5 = 0,548 \text{ м}.$$

Відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера формуючого віброекструдера:

$$L_1''' = \frac{h_k'''}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{0,02}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 0,035 \text{ м}.$$

Відстань від початку координат до рівня суміші в бункері формуючого віброекструдера:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$L_2''' = L_1''' + 0,475 = 0,035 + 0,475 = 0,51 \text{ м}.$$

Питома продуктивність установки [1]:

$$q_c''' = \frac{\rho \cdot g \cdot (L_1''')^2 \cdot (L_2''')^2 \cdot (2\varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)}{2\mu_B \cdot \cos 2\varphi_0 \cdot \cos^2 \varphi_0 \cdot (L_1''' + L_2''')} =$$

$$= \frac{2200 \cdot 9,81 \cdot 0,035^2 \cdot 0,51^2 \cdot (2 \cdot \frac{\pi}{6} \cos 60^\circ - \sin 60^\circ)}{2 \cdot 2400 \cdot \cos 60^\circ \cdot \cos^2 30^\circ (0,035 + 0,51)} = -2,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Знак «—» указує на те, що напрямок руху протилежно напрямку осі r (рисунок - 4.1) у циліндричній системі координат (r, φ, z).

Висновок: визначили продуктивність установки, яка дорівнює $2,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

4.2 Розрахунок процесу змішання

Мета: визначення сумарної деформації зсуву

Вхідні дані:

відстань від початку координат до вихідного зрізу першого

віброекструдера, що змішує L_1' , м 0,056;

відстань від початку координат до рівня суміші першого віброекструдера,
що змішує L_2' , 0,656;

відстань від початку координат до вихідного зрізу другого
віброекструдера, що змішує L_1'' , м 0,048;

відстань від початку координат до рівня суміші другого віброекструдера,
що змішує L_2'' , м 0,548;

відстань від початку координат до вихідного зрізу першої зони
формуючого віброекструдера $L_{1\phi 1}'''$, м 0,426;

відстань від початку координат до рівня суміші в першій зоні формуючого
віброекструдера, $L_{2\phi 1}'''$, м 0,51;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

відстань від початку координат до вихідного зрізу другої зони формуючого віброекструдера $L_{1\phi 2}'''$, м 0,04;

відстань від початку координат до рівня суміші в другій зоні формуючого віброекструдера $L_{2\phi 2}'''$, м 0,106;

відстань від початку координат до вихідного зрізу четвертої зони формуючого віброекструдера $L_{1\phi 4}'''$, м 0,035;

відстань від початку координат до рівня суміші в четвертій зоні формуючого віброекструдера $L_{2\phi 4}'''$, м 0,16;

довжина стовпа суміші третьої зони формуючого віброекструдера l''' , м 0,231;

ширина вихідної щілини третьої зони формуючого віброекструдера $2h_k'''$, м 0,08;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ_0 , град 30;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі у другій зоні φ_{01} , град 45;

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [16].

Процес змішання компонентів суміші, при якому закладаються основи майбутньої структури, яка впливає на фізико-механічні властивості і зовнішній вигляд виробів, що формуються.

Віброперемішування, у порівнянні зі звичайним змішанням, дозволяє вводити в суміш більше фібрової арматури без її комкування, істотно диспергуючи структуру цементного каменю, роздрібнюючи кристалики його новотворів. Збільшується кількість центрів кристалізації, прискорюється процес структуроутворення і росту міцності, скорочується тривалість термовологої обробки бетону, поліпшуються його фізико-механічні показники.

У процесі віброекструзії має місце ламінарне конвективне змішання. Віброекструзійна ламінарна течія зсуву здійснюється під дією гідростатичного тиску маси в результаті тиксотропного зниження в'язкості композиції.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Кількісним критерієм ламінарного змішання є ступінь збільшення площі поверхні розділу між компонентами, що у свою чергу залежить від сумарної деформації і початкової орієнтації поверхні. Гарне змішання буде досягатися за умови макрооднорідності суміші, що у віброекструзійній технології забезпечується розподілом і змочуванням фібр у тонкому шарі розчину перед змішуванням.

Для систем з малою питомою поверхнею фібрової арматури розподіл швидкостей сталого ізотермічного плину будемо вважати таким же, як для цілком перемішаної й ущільненої композиції.

Розрахункова схема бункера віброекструдера, що змішує приведена на рисунку 2.1.

Середнє значення деформації в каналі, що звужується першого віброекструдера, що змішує:

$$\begin{aligned}\bar{\gamma}_c &= \frac{2 \cdot (L_2' - L_1')^2 \cdot (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1' \cdot L_2' \cdot \ln \frac{L_2'}{L_1'} \cdot (\sin 2\varphi_0 - 2 \cdot \varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0)} = \\ &= \frac{2 \cdot (0,656 - 0,056)^2 \cdot (1 - \cos(2 \cdot 30^\circ))}{0,056 \cdot 0,656 \cdot \ln \frac{0,656}{0,056} \left(\sin(2 \cdot 30^\circ) - 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cos(2 \cdot 30^\circ) \right)} = 11,63 \text{ с}^{-1}.\end{aligned}$$

Середнє значення деформації в каналі, що звужується другого віброекструдера, що змішує:

$$\begin{aligned}\bar{\gamma}_c'' &= \frac{2 \cdot (L_2'' - L_1'')^2 \cdot (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1'' \cdot L_2'' \cdot \ln \frac{L_2''}{L_1''} \cdot (\sin 2\varphi_0 - 2 \cdot \varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0)} = \\ &= \frac{2 \cdot (0,548 - 0,048)^2 \cdot (1 - \cos(2 \cdot 30^\circ))}{0,048 \cdot 0,548 \cdot \ln \frac{0,548}{0,048} \left(\sin(2 \cdot 30^\circ) - 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cos(2 \cdot 30^\circ) \right)} = 11,4 \text{ с}^{-1}.\end{aligned}$$

Середні значення деформацій формуючого віброекструдера розраховуємо за схемою наведеною на рисунку 4.2.

Запропонована конструкція віброекструдера являє собою бункер, який містить закріплений всередині направляючий пристрій (дельтоїд в якого дві пари суміжних сторін рівні), це забезпечує додаткове перемішування та кращу

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

орієнтацію фібри. В результаті об'єм віброекструдера можемо поділити на чотири зони. Перша, друга та четверта зони являють собою плоскі симетричні канали, що звужуються, третя зона представляє собою зону між плоскими паралельними нерухомими стінками.

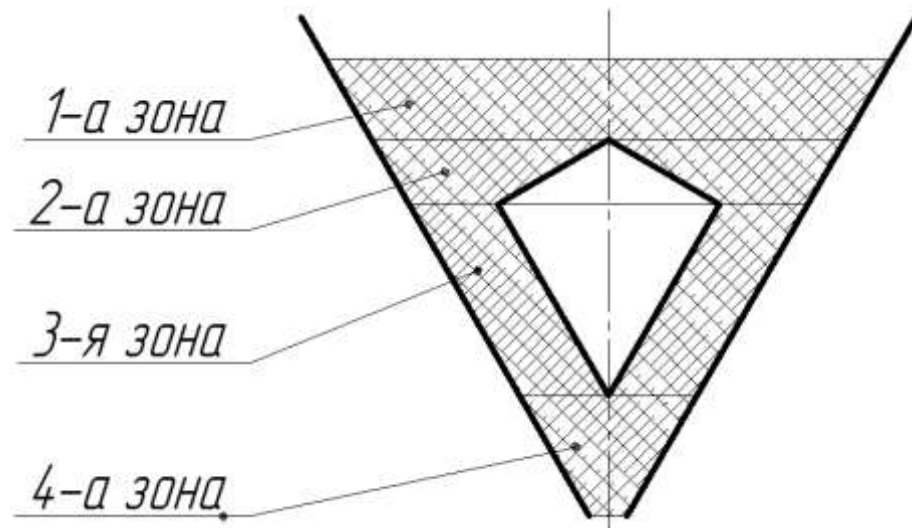


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема бункеру формуючого віброекструдера
Середнє значення деформації у першій зоні, що звужується формуючого віброекструдера:

$$\begin{aligned}\bar{\gamma}_{\text{сф1}}''' &= \frac{2 \cdot (L_2''' - L_1''')^2 \cdot (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1''' \cdot L_2''' \cdot \ln \frac{L_2'''}{L_1'''} \cdot (\sin 2\varphi_0 - 2 \cdot \varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0)} = \\ &= \frac{2 \cdot (0,51 - 0,426)^2 \cdot (1 - \cos(2 \cdot 30^\circ))}{0,426 \cdot 0,51 \cdot \ln \frac{0,51}{0,426} \left(\sin(2 \cdot 30^\circ) - 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cos(2 \cdot 30^\circ) \right)} = 0,527 \text{ с}^{-1}.\end{aligned}$$

Середнє значення деформації у другій зоні, що звужується формуючого віброекструдера:

$$\begin{aligned}\bar{\gamma}_{\text{сф2}}''' &= \frac{2 \cdot (L_2''' - L_1''')^2 \cdot (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1''' \cdot L_2''' \cdot \ln \frac{L_2'''}{L_1'''} \cdot (\sin 2\varphi_0 - 2 \cdot \varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0)} = \\ &= \frac{2 \cdot (0,106 - 0,04)^2 \cdot (1 - \cos(2 \cdot 45^\circ))}{0,04 \cdot 0,106 \cdot \ln \frac{0,106}{0,04} \left(\sin(2 \cdot 45^\circ) - 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cos(2 \cdot 45^\circ) \right)} = 2,108 \text{ с}^{-1}.\end{aligned}$$

Середнє значення деформації у третій зоні формуючого віброекструдера [17].

Рівняння для розподілу швидкостей має вигляд:

$$U(y) = U \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right],$$

де U – швидкість на осі каналу (або максимальне значення швидкості у плоскій щілині), м/с.

З рівняння розподілу швидкостей знаходимо швидкість зсуву:

$$\dot{\gamma} = -\frac{2Uy}{h^2}.$$

Час перебування фібробетонної суміші на ділянці довжиною l :

$$t = \frac{l}{U(y)} = \frac{l}{U \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]}.$$

Використовуючи рівняння швидкості зсуву та часу перебування фібробетонної суміші на ділянці довжиною l отримаємо величину деформації зсуву:

$$\gamma = \dot{\gamma}t = \frac{2yl}{h^2 - y^2}.$$

Середнє значення деформації у третій зоні формуючого віброекструдера знаходимо за формулою:

$$\bar{\gamma}_{\text{сф3}}''' = \int_0^h \gamma f(y) dy = \frac{1,5 \cdot l}{h} = \frac{1,5 \cdot 0,231}{0,04} = 8,663 \text{ с}^{-1}.$$

Середнє значення деформації у четвертій зоні, що звужується формуючого віброекструдера:

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{\text{сф4}}''' &= \frac{2 \cdot (L_2''' - L_1''')^2 \cdot (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1''' \cdot L_2''' \cdot \ln \frac{L_2'''}{L_1'''} \cdot (\sin 2\varphi_0 - 2 \cdot \varphi_0 \cdot \cos 2\varphi_0)} = \\ &= \frac{2 \cdot (0,16 - 0,035)^2 \cdot (1 - \cos(2 \cdot 30^\circ))}{0,035 \cdot 0,16 \cdot \ln \frac{0,16}{0,035} \left(\sin(2 \cdot 30^\circ) - 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cos(2 \cdot 30^\circ) \right)} = 5,361 \text{ с}^{-1}. \end{aligned}$$

Сумарна деформація зсуву:

$$\begin{aligned} \sum \bar{\gamma}_c &= \bar{\gamma}_c' + \bar{\gamma}_c'' + \bar{\gamma}_{c\Phi 1}''' + \bar{\gamma}_{c\Phi 2}''' + \bar{\gamma}_{c\Phi 3}''' + \bar{\gamma}_{c\Phi 4}''' = \\ &= 11,63 + 11,4 + 0,527 + 2,108 + 8,663 + 5,361 = 39,689 \text{ c}^{-1}. \end{aligned}$$

Для базальтофібробетонних сполук, що використовуються, змішання вважається задовільним, якщо сумарна деформація зсуву ≥ 26 [13]:

$39,689 \geq 26$, умова виконується.

Висновок: визначено сумарну деформацію зсуву, що дорівнює $39,689 \text{ с}^{-1}$, умова задовільного змішання виконується.

4.3 Розрахунок орієнтування фібри

4.3.1 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 80 мм

Мета: визначення середнього кута орієнтування фібри у формуючому віброекструдері.

Розрахункову схему показано на рисунку 4.3.

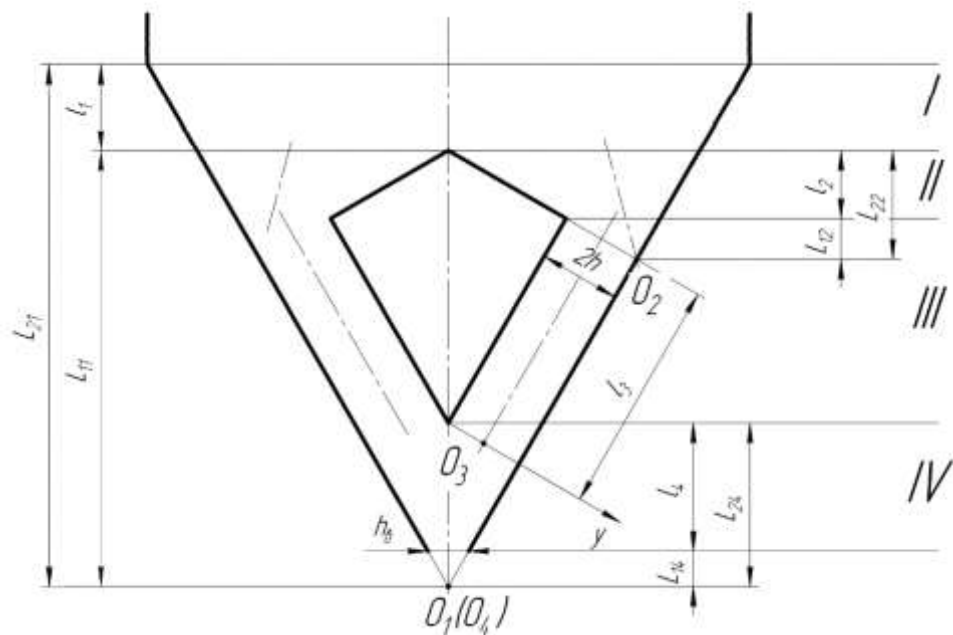


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема процесу плину суміші у каналах бункера віброекструдера

Вхідні дані:

відстань від початку координат до вихідного зрізу першої зони

формуючого віброекструдера L_{11} , м 0,426;

відстань від початку координат до рівня суміші в першій зоні формуючого віброекструдера, L_{21} , м 0,51;

відстань від початку координат до вихідного зрізу другої зони формуючого віброекструдера L_{12} , м 0,04;

відстань від початку координат до рівня суміші в другій зоні формуючого віброекструдера L_{22} , м 0,106;

відстань від початку координат до вихідного зрізу четвертої зони формуючого віброекструдера L_{14} , м 0,035;

відстань від початку координат до рівня суміші в четвертій зоні формуючого віброекструдера L_{24} , м 0,16;

довжина стовпа суміші третьої зони формуючого віброекструдера l_3 , м 0,231;

ширина вихідної щілини третьої зони формуючого віброекструдера $2h$, м 0,08;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ_0 , град 30;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі у другій зоні φ_{01} град 45;

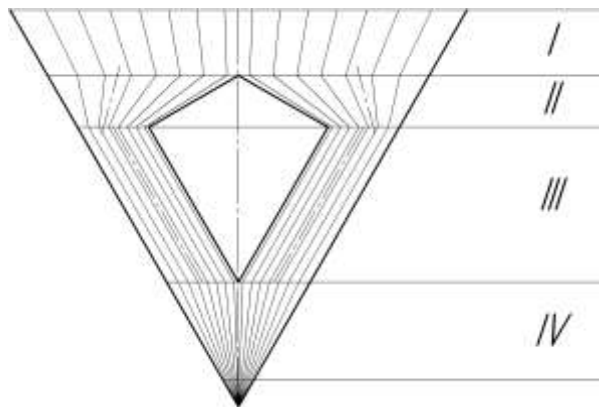


Рисунок 4.4 – Розрахункова схема процесу плинущої суміші у каналах бункера віброекструдера по лініях напрямку руху

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [18].

Для розрахунку орієнтування фібр при плинні суміші у 1, 2 і 4 зонах скористаємось отриманою раніше формулою для визначення кута нахилу фібр β відносно осі плинну в результаті проходження сумішшю плоского каналу, що звужується [3]:

$$\beta_i = \operatorname{arcctg} \left| \frac{2 \sin 2\varphi (L_{2i} - L_{1i})^2}{L_{1i} L_{2i} (\cos 2\varphi_i - \cos 2\varphi_0) \ln \frac{L_{2i}}{L_{1i}}} \right|,$$

де L_{1i} - відстань від початку координат до вихідного зрізу каналу, м;
 $L_{2i} - L_{1i} = l_i$ - довжина каналу, м; φ_0 - кут нахилу стінки каналу до вертикалі, рад; φ_i - поточний кут, рад; i - номер каналу.

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі формування в результаті проходження сумішшю плоского каналу, що звужується:

$$\alpha_i = \beta_i + \varphi_i.$$

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі плинну в результаті проходження сумішшю плоскої щілині шириною $2h$ довжиною l (3 зона) визначається за формулою [4]:

$$\alpha_3 = \operatorname{arcctg} \left| \frac{2yl_3}{h^2 - y^2} \right|,$$

Розглянемо праву частину симетричного бункера віброекструдера.

При проходженні сумішшю 1 зони фібри будуть розвертатися проти годинникової стрілки на кут $90^\circ - \varphi_1 - \beta_1$, але не більше ніж $90^\circ - \varphi_1$ і найбільший розворот буде біля стінки бункера, де деформація зсуву максимальна: $\alpha_1 = \varphi_{01} = 30^\circ$ (рисунок 4.5). По осі бункера віброекструдера ($\varphi_1 = 0^\circ$) деформація

зсуву дорівнює 0, фібри розвертатися не будуть і тому кут $\alpha_1 = 90^0$. На виході з першої зони при $0^0 < \varphi_1 < \varphi_0$ кут нахилу фібр до осі формування $\alpha_1 = \beta_1 + \varphi_1$.

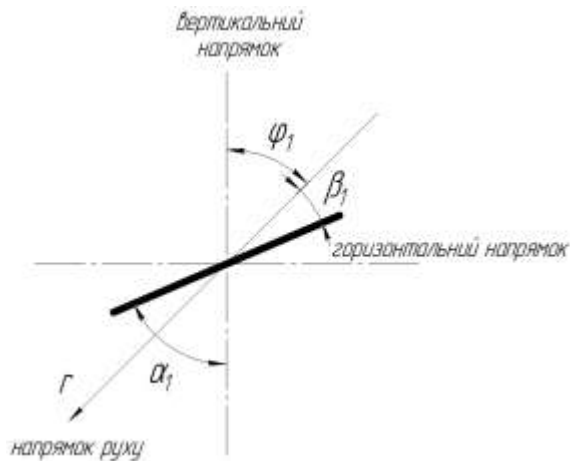


Рисунок 4.5 – Положення фібр після проходження першої зони ($0^0 < \varphi_1 < \varphi_0$)

У 2 і 3 зонах треба враховувати що фібри при плинні суміші будуть розвертатися на кут $90^0 - \varphi_i - \beta_i$ за або проти годинникової стрілки залежно від їх розташування відносно середньої лінії. У 4 зоні розворот фібр при плинні фібробетонної суміші буде здійснюватися проти годинникової стрілки. В лівій частині бункера віброекструдера фібри при плинні суміші будуть розвертатися у протилежний бік симетрично осі бункера.

Розрахунок 1 зони.

Результат занесений до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 1 зони:

φ_i	2	6	10	14	18	22	26
β_i	87,09	81,07	74,25	66,05	55,43	41,05	22,03
γ_i	0,91	2,93	5,75	9,95	15,57	26,95	93,97
α_i	88	84	80	76	72	68	64

Розрахунок 2 зони.

Результат занесений до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 2 зони:

φ_i	42,52	37,41	30,45	21,18	8,23	8,23	27,21
β_i	2,34	7,28	14,69	27,32	57,91	57,91	18,63
γ_i	45,14	45,31	44,86	83,86	40,32	40,32	44,16
α_i	47,48	52,59	59,55	68,82	81,77	81,77	62,79

Розрахунок 3 зони.

Результат занесений до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 3 зони:

у, мм	35,16	25,44	15,57	5,45	5,02	15,98	27,58
α_3	1,26	4,64	10,65	31,97	34,2	10,31	3,72
γ_i	88,74	85,36	79,35	58,03	55,8	79,69	86,28

Розрахунок 4 зони.

Результат занесений до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 4 зони:

φ_i	2	6	10	14	18	22	26
β_i	62,57	31,82	19,13	12,41	8,07	4,87	2,26
γ_i	25,43	52,18	60,87	63,59	63,93	63,13	61,74
α_i	88	84	80	76	72	68	64

Для випадку формування плоского фібробетонного виробу товщиною 40 мм був спроектований віброекструдер, який забезпечує орієнтацію фібр у виробі близьку до поздовжньої (середній по товщині кут відхилення від поздовжнього

положення складає близько 22°). Розташування фібр всередині і на виході з віброекструдера подано на рисунку 4.6.

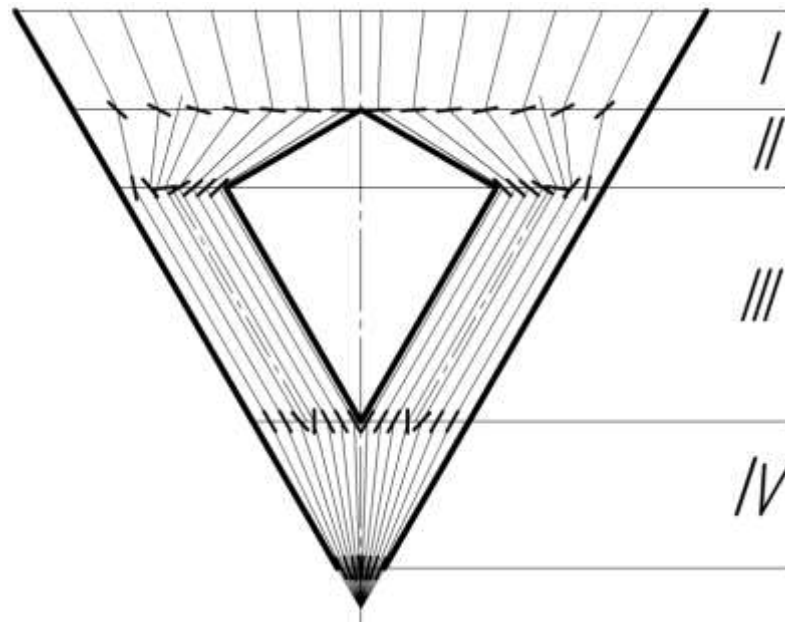


Рисунок 4.6 – Розташування фібр в процесі формування виробу у запропонованому віброекструдері

Висновок: в результаті розрахунку було визначено середній по товщині кут відхилення від повздовжнього положення складає близько 22° .

4.3.2 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 84 мм

Мета: визначення середнього кута орієнтування фібри у формуючому віброекструдері.

Розрахункову схему показано на рисунку 4.3.

Вхідні дані:

відстань від початку координат до вихідного зрізу першої зони формуючого віброекструдера L_{11} , м 0,426;

відстань від початку координат до рівня суміші в першій зоні формуючого віброекструдера, L_{21} , м 0,51;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

відстань від початку координат до вихідного зрізу другої зони формуючого віброекструдера L_{12} , м 0,042;

відстань від початку координат до рівня суміші в другій зоні формуючого віброекструдера L_{22} , м 0,106;

відстань від початку координат до вихідного зрізу четвертої зони формуючого віброекструдера L_{14} , м 0,035;

відстань від початку координат до рівня суміші в четвертій зоні формуючого віброекструдера L_{24} , м 0,168;

довжина стовпа суміші третьої зони формуючого віброекструдера l_3 , м 0,224;

ширина вихідної щілини третьої зони формуючого віброекструдера $2h$, м 0,084;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ_0 , град 30;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі у другій зоні φ_{01} град 45;

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [18].

Розрахунок аналогічний першому розрахунку орієнтації.

Розрахунок 1 зони.

Результат занесений до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 1 зони:

φ_i	3	6	9	12	15	18	21	24	27
β_i	85,62	81,07	76,07	70,4	63,66	55,43	45,05	32,11	16,65
γ_i	1,38	2,93	4,93	7,6	11,34	16,57	23,95	33,89	46,35
α_i	87	84	81	78	75	72	69	66	63

Розрахунок 2 зони.

Результат занесений до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 2

зони:

φ_i	41,7	37,67	32,68	26,41	18,43	8,38	3,87	17,79	32,01
β_i	3,31	8,51	12,91	20,81	33,69	59,03	74,89	34,96	14
γ_i	44,99	43,82	44,41	42,78	37,88	22,59	11,24	37,25	43,99
α_i	48,3	52,33	57,32	63,59	71,57	81,62	86,13	72,21	57,99

Розрахунок 3 зони.

Результат занесений до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 3

зони:

у, мм	34,37	26,7	18,95	11,07	3,01	5,27	13,84	22,77	34,13
α_3	0,037	0,087	0,164	0,319	0,92	0,63	0,24	0,12	0,039
γ_i	87,880 27	85,015 77	80,604 44	71,724 49	37,293 2	53,907 3	76,250 4	83,125 2	87,765 69

Розрахунок 4 зони.

Результат занесений до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 4

зони:

φ_i	3	6	9	12	15	18	21	24	27
β_i	75,42	61,63	49,63	39,15	30,46	22,87	16,25	10,34	4,96
γ_i	11,58	22,37	31,37	38,85	44,54	49,13	52,75	55,66	58,04
α_i	87	84	81	78	75	72	69	66	63

Для випадку формування плоского фібробетонного виробу товщиною 40 мм віброекструдер зі шириною шілини в третій зоні 84 мм, забезпечує орієнтацію

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ				Арк.
									55
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат					

фібр у виробі близьку до поздовжньої (середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення складає близько 23°).

Висновок: в результаті розрахунку було визначено середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення, який складає близько 23° .

4.3.3 Розрахунок орієнтування фібри у формуючому віброекструдері, ширина щілини 100 мм

Мета: визначення середнього кута орієнтування фібри у формуючому віброекструдері.

Розрахункову схему показано на рисунку 4.3.

Вхідні дані:

відстань від початку координат до вихідного зрізу першої зони формуючого віброекструдера L_{11} , м	0,426;
відстань від початку координат до рівня суміші в першій зоні формуючого віброекструдера, L_{21} , м	0,51;
відстань від початку координат до вихідного зрізу другої зони формуючого віброекструдера L_{12} , м	0,05;
відстань від початку координат до рівня суміші в другій зоні формуючого віброекструдера L_{22} , м	0,106;
відстань від початку координат до вихідного зрізу четвертої зони формуючого віброекструдера L_{14} , м	0,035;
відстань від початку координат до рівня суміші в четвертій зоні формуючого віброекструдера L_{24} , м	0,2;
довжина стовпа суміші третьої зони формуючого віброекструдера l_3 , м	0,196;
ширина вихідної щілини третьої зони формуючого віброекструдера $2h$, м	0,1;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ_0 , град 30;

кут нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі у другій зоні φ_{01}
град 45;

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [18].

Розрахунок аналогічний першому розрахунку орієнтації.

Розрахунок 1 зони.

Результат занесений до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 1 зони:

φ_i	3	6	9	12	15	18	21	24	27
β_i	85,62	81,07	76,07	70,4	63,66	55,43	45,05	32,11	16,65
γ_i	1,38	2,93	4,93	7,6	11,34	16,57	23,95	33,89	46,35
α_i	87	84	81	78	75	72	69	66	63

Розрахунок 2 зони.

Результат занесений до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 2 зони:

φ_i	41,7	37,67	32,68	26,41	18,43	8,38	3,87	17,79	32,01
β_i	4,16	9,35	16,11	25,53	40,04	64,45	77,86	41,28	17,06
γ_i	44,14	42,98	41,21	38,06	31,53	17,17	8,27	30,93	40,93
α_i	48,3	52,33	57,32	63,59	71,57	81,62	86,13	72,21	57,99

Розрахунок 3 зони.

Результат занесений до таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 3 зони:

y , мм	40,92	31,79	22,56	13,18	3,59	6,27	16,48	27,12	38,25
α_3	2,94	6,81	16,69	24,24	60,75	45,02	19,02	9,42	3,95
γ_i	87,06	83,19	73,31	65,76	29,25	44,98	70,98	80,58	86,05

Розрахунок 4 зони.

Результат занесений до таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Результат розрахунку орієнтації фібри після проходження 4 зони:

φ_i	3	6	9	12	15	18	21	24	27
β_i	46,43	27,06	17,9	12,72	9,23	6,66	4,61	2,89	1,38
γ_i	40,57	56,94	63,04	65,28	65,77	65,34	64,39	63,11	61,62
α_i	87	84	81	78	75	72	69	66	63

Для випадку формування плоского фібробетонного виробу товщиною 40 мм віброекструдер зі шириною шілини в третій зоні 100 мм, забезпечує орієнтацію фібр у виробі близьку до поздовжньої (середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення складає близько 23,78°).

Висновок: в результаті розрахунку було визначено середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення, який складає близько 23,78°.

4.4 Розрахунок технологічного режиму формування

Мета: визначення часу включення вузлів установки.

Вхідні дані:

продуктивність установки q_c , м²/с 2,4·10⁻³;

розмір формуючих фібр [19] l , м 0,04;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

густина бальзатофіробетону [19] ρ , кг/м ³	2200;
ширина готового виробу [19] b_v , м	0,5;
ширина шару розчину на транспортерній стрічці [19] b , м	0,5;
товщина шару розчину на транспортерній стрічці [19] h , м	0,004;
масова частка цементу в розчині [19] $x_{\text{ц}}$	1;
масова частка піску в розчині [19] $x_{\text{п}}$	1;
масова частка води в розчині [19] $x_{\text{в}}$	0,33;
масова частка волокон (10% від сухих складових) [19] $x_{\text{вол}}$	0,2;
густина бетонної матриці [19] $\rho_{\text{м}}$, кг/м ³	2050.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [20].

Розрахункову схему показано на рисунку 4.7.

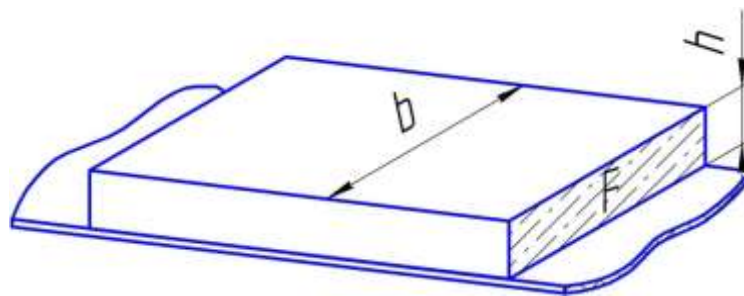


Рисунок 4.7 – Розрахункова схема режиму формування

Час відліку (0) – включення дозатора розчину, транспортера, що змішує і вібратора вібростола.

Швидкість формування виробу:

$$U = \frac{q_c''' \cdot 1}{2h_k''' \cdot 1} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{0,04} = 6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Визначимо швидкість стрічки транспортера, що змішує, за умови, що середня товщина шару розчину на транспортерній стрічці повинна бути (4 мм).

Швидкість стрічки транспортера, що змішує, у цьому випадку:

$$U_k = \frac{Q}{F} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{0,002} = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

де Q – повна продуктивність установки:

$$Q = q_c \cdot b_v = 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0 = 2,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

де b_B -ширина готового виробу;

F -поперечний переріз шару розчину на транспортерній стрічці:

$$F = b \cdot h = 0,5 \cdot 0,004 = 0,002 \text{ м}^2;$$

де b - ширина шару розчину на транспортерній стрічці;

h - товщина шару розчину на транспортерній стрічці.

Масова продуктивність по фібробетону $Q_{\text{мас}}^{\Phi}$:

$$Q_{\text{мас}}^{\Phi} = Q \cdot \rho = 0,0024 \cdot 2200 = 5,28 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2};$$

де ρ - густина фібробетону.

Масова продуктивність по розчину $Q_{\text{мас}}^P$:

$$Q_{\text{мас}}^P = \frac{Q_{\text{мас}}^{\Phi} (x_{\text{ц}} + x_{\text{п}} + x_{\text{в}})}{x_{\text{ц}} + x_{\text{п}} + x_{\text{в}} + x_{\text{вол}}} = \frac{5,28(1+1+0,33)}{1+1+0,33+0,2} = 4,863 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2};$$

де $x_{\text{ц}}$ -масова частка цементу в розчині;

$x_{\text{п}}$ -масова частка піску в розчині;

$x_{\text{в}}$ -масова частка води в розчині;

$x_{\text{вол}}$ -масова частка волокон (10% від сухих складових).

Об'ємна продуктивність по розчину:

$$Q_p = \frac{Q_{\text{мас}}^P}{\rho_{\text{м}}} = \frac{4,863}{2050} = 2,372 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Час включення привода дозатора волокна і розпушуючого барабана:

$$t_1 = \frac{2,4}{U_{\text{к}}} = \frac{2,4}{1,2} = 2 \text{ с};$$

де 2,4 - відстань між дозатором-живильником розчину і дозатором-живильником фібр у метрах.

Час включення вібратора першого віброекструдера, що змішує:

$$t_2 = \frac{4,1}{U_{\text{к}}} + \frac{15 \cdot 10^{-3}}{U_{\text{к}} \cdot 0,5 \cdot 0,004} = \frac{4,1}{1,2} + \frac{15 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,004} = 9,667 \text{ с};$$

де 4,1 – довжина транспортера, що змішує, у метрах;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

15 - необхідний об'єм заповнення першого віброекструдера, що змішує для нормального протікання процесу в дм^3 ;

0,5 - ширина шару розчину на стрічці транспортера, що змішує, у метрах;

0,004 - товщина шару розчину на стрічці транспортера, що змішує, у метрах.

Час включення вібратора і привода поворотного віброекструдера:

$$t_3 = t_2 + \frac{25 \cdot 10^{-3}}{U_k \cdot 0,5 \cdot 0,004} = 9,667 + \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,004} = 20,08 \text{ с};$$

де 25 – необхідний об'єм заповнення поворотного віброекструдера для нормального протікання процесу в дм^3 ;

0,5 – ширина шару розчину на стрічці поворотного транспортера в метрах;

Час включення вібратора формуючого віброекструдера:

$$t_4 = t_3 + \frac{0,25}{U_k \cdot S} = 20,08 + \frac{0,25}{1,2 \cdot (400 \cdot 10^{-4})} = 25,29 \text{ с};$$

де 0,25 – необхідний обсяг заповнення формуючого віброекструдера для нормального протікання процесу в м^3 .

Час і режим пропарювання: $t_{\text{пр}} = 8$ годин, температура – $95 \dots 100^\circ\text{C}$.

Висновок: розраховано технологічний режим формування.

4.5 Розрахунки, що підтверджують міцність віброекструдерів

4.5.1 Розрахунки, що підтверджують міцність дозатора-живильника розчину

Мета: визначення товщини стінки дозатора-живильника розчину.

Розрахункова схема товщини стінки дозатора-живильника розчину показана на рисунку 4.8.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

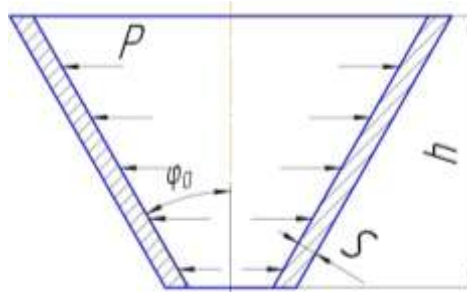


Рисунок 4.8 -Розрахункова схема товщини стінки дозатора-живильника розчину

Вихідні дані:

Кутова частота коливань $\omega_1, \text{с}^{-1}$	47;
Амплітуда коливань $A, \text{м}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$;
Об'єм суміші $V, \text{м}^3$	0,73;
Густина суміші $\rho, \text{кг/м}^3$	2200;
Допустиме напруження матеріалу стінки зі сталі Ст3 $[\sigma], \text{МПа}$	154;
Розрахункова висота стінки бункера $h, \text{м}$	1,3;
Розрахункова ширина стінки бункера $b, \text{м}$	1,2.
Кут нахилу стінок бункера дозатора-живильника розчину до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$.	

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [21].

Прискорення:

$$W = \omega_1^2 \cdot A = 47^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 5,52 \text{ м/с}^2.$$

Маса суміші:

$$m = V \cdot \rho = 0,73 \cdot 2200 = 1606 \text{ кг}.$$

Сила, що діє на стінку дозатора-живильника розчину:

$$F = m \cdot W = 1606 \cdot 5,52 = 8,865 \text{ кН}.$$

Тиск, що діє на стінку дозатора-живильника розчину:

$$P = \frac{F}{f} \cdot \cos \varphi = \frac{8865}{1,3 \cdot 1,2} \cdot \cos 30 = 4,92 \text{ кПа}.$$

Товщина стінки дозатора-живильника розчину:

$$S_r = K \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi_0}} = 0,49 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{\frac{4,92 \cdot 10^3}{154 \cdot 10^6 \cdot 1}} = 0,00332 \text{ м};$$

де K – коефіцієнт, що залежить від способу закріплення стінки, вибирається за графіком [21];

b – розрахункова ширина стінки бункера;

$[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу стінки;

φ_0 – коефіцієнт послаблення листа отворами.

Так як розрахункова товщина вийшла дуже мала, а для апарата можна прийняти мінімальну товщину стінки 5 мм, то приймаємо товщину апарата рівну 5 мм. Приймаємо $S = 5$ мм.

Перевірка на міцність даного апарата:

$$W_1 = \frac{S \cdot h^2}{12} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (1,3)^2}{12} = 7,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3;$$

$$\sigma = \frac{M}{W_1} = \frac{P \cdot b}{W_1} = \frac{4,92 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{7,04 \cdot 10^{-4}} = 8,39 \text{ МПа} ;$$

$$\sigma < [\sigma];$$

$$8,39 \text{ МПа} < 154 \text{ МПа} .$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок допустимого тиску $[P]$ при $S = 5$ мм:

$$[P] = \left(\frac{S}{K \cdot b} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_0 = \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,49 \cdot 1,2} \right)^2 \cdot 154 \cdot 10^6 \cdot 1 = 11,14 \text{ кПа} .$$

Висновок: визначили товщину стінки дозатора-живильника розчину, яка являє $S = 5$ мм.

4.5.2 Розрахунки, що підтверджують міцність першого віброекструдера, що змішує

Мета: визначення товщини стінки першого віброекструдера, що змішує.

Розрахункова схема товщини стінки першого віброекструдера, що змішує показана на рисунку 4.8.

Вихідні дані:

Кутова частота коливань $\omega_1, \text{с}^{-1}$ 47;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Амплітуда коливань A , м	$2,5 \cdot 10^{-3}$;
Об'єм суміші V , м ³	0,25;
Густина суміші ρ , кг/м ³	2200;
Допустиме напруження матеріалу стінки зі сталі Ст3 $[\sigma]$, МПа	154;
Розрахункова висота стінки бункера h , м	0,6;
Розрахункова ширина стінки бункера b , м	1.

Кут нахилу стінок бункера першого віброекструдера, що змішує до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [21].

Прискорення:

$$W = \omega_1^2 \cdot A = 47^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 5,52 \text{ м/с}^2.$$

Маса суміші:

$$m = V \cdot \rho = 0,25 \cdot 2200 = 550 \text{ кг}.$$

Сила, що діє на стінку першого віброекструдера, що змішує:

$$F = m \cdot W = 550 \cdot 5,52 = 3,036 \text{ кН}.$$

Тиск, що діє на стінку першого віброекструдера, що змішує:

$$P = \frac{F}{f} \cdot \cos \varphi = \frac{3036}{0,6 \cdot 1} \cdot \cos 30 = 4,382 \text{ кПа}.$$

Товщина стінки першого віброекструдера, що змішує:

$$S_r = K \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi_0}} = 0,49 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{4,382 \cdot 10^3}{154 \cdot 10^6 \cdot 1}} = 0,00261 \text{ м};$$

де K – коефіцієнт, що залежить від способу закріплення стінки, вибирається за графіком [21];

b – розрахункова ширина стінки бункера;

$[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу стінки;

φ_0 – коефіцієнт послаблення листа отворами.

Так як розрахункова товщина вийшла дуже мала, а для апарата можна прийняти мінімальну товщину стінки 5 мм, то приймаємо товщину апарата рівну 5 мм. Приймаємо $S = 5 \text{ мм}$.

Перевірка на міцність даного апарата:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

$$W_1 = \frac{S \cdot h^2}{12} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,6)^2}{12} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3;$$

$$\sigma = \frac{M}{W_1} = \frac{P \cdot b}{W_1} = \frac{4,382 \cdot 10^3 \cdot 0,6}{1,5 \cdot 10^{-4}} = 17,53 \text{ МПа} ;$$

$$\sigma < [\sigma];$$

$$17,53 \text{ МПа} < 154 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок допустимого тиску $[P]$ при $S = 5 \text{ мм}$:

$$[P] = \left(\frac{S}{K \cdot b} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_0 = \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,49 \cdot 1} \right)^2 \cdot 154 \cdot 10^6 \cdot 1 = 16,03 \text{ кПа}.$$

Висновок: визначили товщину стінки першого віброекструдера, що змішує, яка являє $S = 5 \text{ мм}$.

4.5.3 Розрахунки, що підтверджують міцність другого віброекструдера, що змішує

Мета: визначення товщини стінки другого віброекструдера, що змішує.

Розрахункова схема товщини стінки другого віброекструдера, що змішує показана на рисунку 4.8.

Вихідні дані:

Кутова частота коливань $\omega_1, \text{с}^{-1}$	47;
Амплітуда коливань $A, \text{м}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$;
Об'єм суміші $V, \text{м}^3$	0,17;
Густина суміші $\rho, \text{кг/м}^3$	2200;
Допустиме напруження матеріалу стінки зі сталі Ст3 $[\sigma], \text{МПа}$	154;
Розрахункова висота стінки бункера $h, \text{м}$	0,5;
Розрахункова ширина стінки бункера $b, \text{м}$	1.

Кут нахилу стінок бункера другого віброекструдера, що змішує до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [21].

Прискорення:

$$W = \omega_1^2 \cdot A = 47^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 5,52 \text{ м/с}^2.$$

Маса суміші:

$$m = V \cdot \rho = 0,17 \cdot 2200 = 374 \text{ кг}.$$

Сила, що діє на стінку другого віброекструдера, що змішує:

$$F = m \cdot W = 374 \cdot 5,52 = 2,064 \text{ кН}.$$

Тиск, що діє на стінку другого віброекструдера, що змішує:

$$P = \frac{F}{f} \cdot \cos \varphi = \frac{2064}{0,5 \cdot 1} \cdot \cos 30 = 5,259 \text{ кПа}.$$

Товщина стінки другого віброекструдера, що змішує:

$$S_r = K \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi_0}} = 0,49 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{5,259 \cdot 10^3}{154 \cdot 10^6 \cdot 1}} = 0,00286 \text{ м};$$

де K – коефіцієнт, що залежить від способу закріплення стінки, вибирається за графіком [21];

b – розрахункова ширина стінки бункера;

$[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу стінки;

φ_0 – коефіцієнт послаблення листа отворами.

Так як розрахункова товщина вийшла дуже мала, а для апарата можна прийняти мінімальну товщину стінки 5 мм, то приймаємо товщину апарата рівну 5 мм. Приймаємо $S = 5 \text{ мм}$.

Перевірка на міцність даного апарата:

$$W_1 = \frac{S \cdot h^2}{12} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,5)^2}{12} = 1,042 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3;$$
$$\sigma = \frac{M}{W_1} = \frac{P \cdot b}{W_1} = \frac{5,259 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{1,042 \cdot 10^{-4}} = 25,24 \text{ МПа};$$
$$\sigma < [\sigma];$$

$$25,24 \text{ МПа} < 154 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок допустимого тиску $[P]$ при $S = 5 \text{ мм}$:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

$$[P] = \left(\frac{S}{K \cdot b} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_0 = \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,49 \cdot 1} \right)^2 \cdot 154 \cdot 10^6 \cdot 1 = 16,03 \text{ кПа} \cdot$$

Висновок: визначили товщину стінки другого віброекструдера, що змішує, яка являє $S = 5 \text{ мм}$.

4.5.4 Розрахунки, що підтверджують міцність формуючого віброекструдера

Мета: визначення товщини стінки формуючого віброекструдера.

Розрахункова схема товщини стінки формуючого віброекструдера показана на рисунку 4.9.

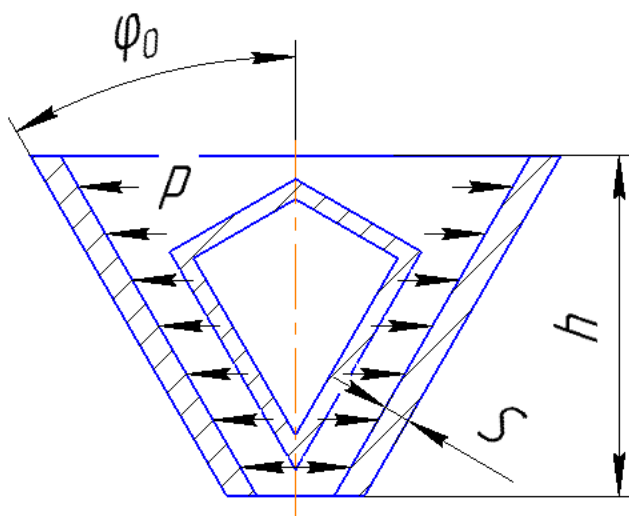


Рисунок 4.9 -Розрахункова схема товщини стінки формуючого віброекструдера

Вихідні дані:

Кутова частота коливань $\omega_1, \text{с}^{-1}$	47;
Амплітуда коливань $A, \text{м}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$;
Об'єм суміші $V, \text{м}^3$	0,12;
Густина суміші $\rho, \text{кг/м}^3$	2200;
Допустиме напруження матеріалу стінки зі сталі Ст3 $[\sigma], \text{МПа}$	154;
Розрахункова висота стінки бункера $h, \text{м}$	0,475;
Розрахункова ширина стінки бункера $b, \text{м}$	1.

Кут нахилу стінок бункера формуючого віброекструдера до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [21].

Прискорення:

$$W = \omega_1^2 \cdot A = 47^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 5,52 \text{ м/с}^2.$$

Маса суміші:

$$m = V \cdot \rho = 0,12 \cdot 2200 = 264 \text{ кг}.$$

Сила, що діє на стінку формуючого віброекструдера:

$$F = m \cdot W = 264 \cdot 5,52 = 1,457 \text{ кН}.$$

Тиск, що діє на стінку формуючого віброекструдера:

$$P = \frac{F}{f} \cdot \cos \varphi = \frac{1457}{0,475 \cdot 1} \cdot \cos 30 = 2,656 \text{ кПа}.$$

Товщина стінки формуючого віброекструдера:

$$S_r = K \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi_0}} = 0,49 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{2,656 \cdot 10^3}{154 \cdot 10^6 \cdot 1}} = 0,00203 \text{ м};$$

де K – коефіцієнт, що залежить від способу закріплення стінки, вибирається за графіком [35];

b – розрахункова ширина стінки бункера;

$[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу стінки;

φ_0 – коефіцієнт послаблення листа отворами.

Так як розрахункова товщина вийшла дуже мала, а для апарата можна прийняти мінімальну товщину стінки 5 мм, то приймаємо товщину апарата рівну 5 мм. Приймаємо $S = 5 \text{ мм}$.

Перевірка на міцність даного апарата:

$$W_1 = \frac{S \cdot h^2}{12} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,475)^2}{12} = 0,94 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3;$$

$$\sigma = \frac{M}{W_1} = \frac{P \cdot b}{W_1} = \frac{2,656 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{0,94 \cdot 10^{-4}} = 14,13 \text{ МПа};$$

$$\sigma < [\sigma];$$

$$14,13 \text{ МПа} < 154 \text{ МПа}.$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Адж.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Умова міцності виконується.

Розрахунок допустимого тиску $[P]$ при $S = 5$ мм:

$$[P] = \left(\frac{S}{K \cdot b} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \Phi_0 = \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,49 \cdot 1} \right)^2 \cdot 154 \cdot 10^6 \cdot 1 = 16,03 \text{ кПа}.$$

Висновок: визначили товщину стінки формуючого віброекструдера, яка являє $S = 5$ мм, вставку виготовляємо з такого самого матеріалу та товщини.

4.6 Розрахунок розмірів пружин

4.6.1 Розрахунок розмірів пружин дозатора – живильника розчину

Мета: розрахувати розміри пружин дозатора – живильника розчину.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.10.

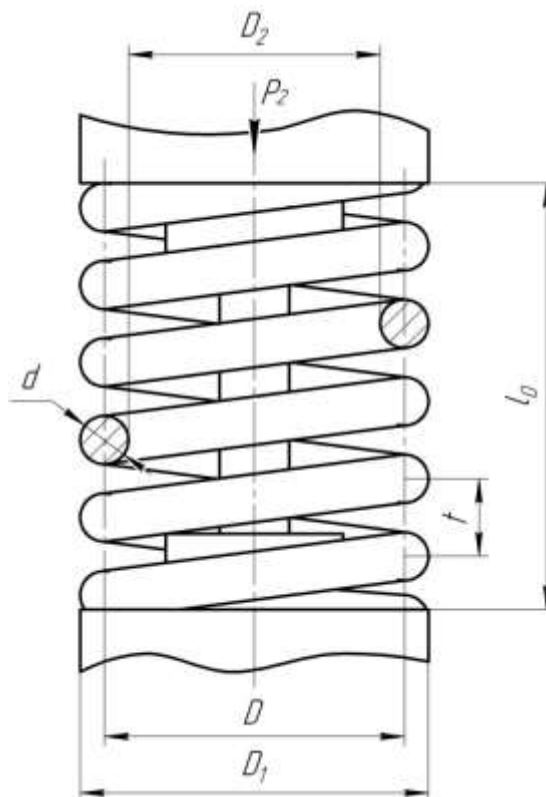


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема пружини

Вхідні дані:

сила пружини при робочій деформації P_2 , Н

6738;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

робочий хід h , мм 3;
 інерційний зазор δ , мм 0,1;
 індекс пружини c 10;

дріт для пружини зі сталі марки 50ХФА [22] ($\tau_{\text{пр}} = 960$ МПа).

Вибираємо з [23] пружину стиску і розтягання II класу 4 розряду, № 14 з наступними даними:

сила пружини при попередній деформації P_1 , Н 6548;
 сила пружини при робочій деформації P_2 , Н 7100;
 зовнішній діаметр пружини D_1 , м 0,17;
 діаметр дроту d , м 0,016;
 жорсткість одного витка c_1 , Н/мм 176;
 максимальна деформація одного витка f_3 , м 0,04034;
 максимальне дотичне напруження τ_3 , МПа 800.

Алгоритм розрахунку приведений [24].

Сила пружини при максимальній деформації:

$$P_3 = \frac{P_2}{1-\delta} = \frac{7100}{1-0,1} = 7889 \text{ Н.}$$

Сила попереднього напруження:

$$P_0 = 0,25 \cdot P_3 = 0,25 \cdot 7889 = 1972 \text{ Н.}$$

Критична швидкість пружини стиску:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{\sqrt{2 \cdot G \cdot \rho \cdot 10^{-3}}} = \frac{800 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{7100}{7889}\right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 2,258 \cdot 10^6 \text{ м/с ,}$$

де $G = 7,85 \cdot 10^4$ МПа - модуль зсуву для пружинної сталі; $\rho = 8 \cdot 10^3$ Нс² / м⁴ - динамічна густина матеріалу для пружинної сталі.

Жорсткість пружини:

$$c = \frac{P_3 - P_0}{f_3} = \frac{7889 - 1972}{0,04034} = 146,678 \text{ Н/мм.}$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Число робочих витків:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{176}{146,678} = 1,2$$

Приймаємо число витків, що дорівнює $n = 1,5$.

Повне число витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 1,5 + 1,5 = 3$$

$n_2 = 1,5$ – неробоче число витків.

Середній діаметр пружини:

$$D = D_1 - d = 0,17 - 0,016 = 0,154 \text{ м.}$$

Індекс пружини:

$$i = \frac{D}{d} = \frac{0,154}{0,016} = 10.$$

Попередня деформація пружини:

$$s_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{6548}{146,678 \cdot 1000} = 0,045 \text{ м.}$$

Робоча деформація пружини:

$$s_2 = \frac{P_2}{c} = \frac{7100}{146,678 \cdot 1000} = 0,048 \text{ м.}$$

Максимальна деформація пружини:

$$s_3 = \frac{P_3}{c} = \frac{7889}{146,678 \cdot 1000} = 0,054 \text{ м.}$$

Довжина пружини при максимальній деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (3 + 1 - 1,5) \cdot 0,016 = 0,04 \text{ м,}$$

де n_3 – число зашліфованих витків

Довжина пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 0,04 + 0,054 = 0,094 \text{ м.}$$

Довжина пружини розтягу у вільному стані:

$$l'_0 = (n_1 + 1) \cdot d = (3 + 1) \cdot 0,016 = 0,064 \text{ м.}$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Довжина пружини без попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 0,094 - 0,045 = 0,049 \text{ м}$$

Довжина пружини при робочій деформації:

$$l_2 = l_0 - s_2 = 0,094 - 0,048 = 0,046 \text{ м}$$

Крок пружини у вільному стані:

$$t = s_3 + d = 0,054 + 0,016 = 0,07 \text{ м.}$$

Напруження в пружині при попередній деформації:

$$\tau_1 = \frac{P_1}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{6548}{7889} \cdot 800 = 664 \text{ МПа}$$

Напруження в пружині при робочій деформації:

$$\tau_2 = \frac{P_2}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{7100}{7889} \cdot 800 = 720 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, що враховує кривизну витка пружини:

$$k = \frac{4 \cdot i - 1}{4 \cdot i - 4} + \frac{0,615}{i} = 1,145$$

Довжина розгорнутої пружини:

$$l = 3,2 \cdot D \cdot n_1 = 3,2 \cdot 0,154 \cdot 3 = 1,478 \text{ м}$$

Маса пружини:

$$m = 19,25 \cdot 10^3 \cdot D \cdot d^2 \cdot n_1 = 19,25 \cdot 10^3 \cdot 0,154 \cdot 0,016^2 \cdot 3 = 2,277 \text{ кг.}$$

Об'єм, що займає пружина:

$$V = 0,785 \cdot D_1^2 \cdot l_1 = 0,785 \cdot 0,17^2 \cdot 0,049 = 0,00111 \text{ м}^3$$

Внутрішній діаметр пружини:

$$D_2 = D_1 - 2 \cdot d = 0,17 - 2 \cdot 0,016 = 0,138 \text{ м}$$

Максимальна енергія, що накопичується пружиною або робота деформації:

$$U = \frac{P_3 \cdot s_3}{2} = \frac{7889 \cdot 0,054}{2} = 213 \text{ Дж}$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Висновок: розраховано розміри пружин дозатора – живильника розчину і вибрано пружину стиску II класу 4 розряду, № 14 [23].

4.6.2 Розрахунок розмірів пружин першого віброекструдера, що змішує

Мета: розрахувати розміри пружин першого віброекструдера, що змішує. Розрахункова схема пружини показана на рисунку 4.10.

Вхідні дані:

сила пружини при робочій деформації P_2 , Н 5598;

робочий хід h , мм 3;

інерційний зазор δ , мм 0,1;

індекс пружини c 12;

дріт для пружини зі сталі марки 50ХФА [22] ($\tau_{\text{сп}} = 960$ МПа).

Вибираємо з [23] пружину стиску і розтягання II класу 4 розряду, № 3 з наступними даними:

сила пружини при попередній деформації P_1 , Н 4748;

сила пружини при робочій деформації P_2 , Н 5600;

зовнішній діаметр пружини D_1 , м 0,14;

діаметр дроту d , м 0,014;

жорсткість одного витка c_1 , Н/мм 188,4;

максимальна деформація одного витка f_3 , м 0,02973;

максимальне дотичне напруження τ_3 , МПа 800.

Алгоритм розрахунку приведений [24].

Сила пружини при максимальній деформації:

$$P_3 = \frac{P_2}{1-\delta} = \frac{5600}{1-0,1} = 6222 \text{ Н.}$$

Сила попереднього напруження:

$$P_0 = 0,25 \cdot P_3 = 0,25 \cdot 6222 = 1556 \text{ Н.}$$

Критична швидкість пружини стиску:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{\sqrt{2 \cdot G \cdot \rho \cdot 10^{-3}}} = \frac{800 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{5600}{6222}\right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 2,257 \cdot 10^6 \text{ м/с},$$

де $G = 7,85 \cdot 10^4$ МПа - модуль зсуву для пружинної сталі; $\rho = 8 \cdot 10^3$ Нс²/м⁴ - динамічна густина матеріалу для пружинної сталі.

Жорсткість пружини:

$$c = \frac{P_3 - P_0}{f_3} = \frac{6222 - 1556}{29,73} = 156,946 \text{ Н/мм.}$$

Число робочих витків:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{188,4}{156,946} = 1,2$$

Приймаємо число витків, що дорівнює $n = 1,5$.

Повне число витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 1,5 + 1,5 = 3$$

$n_2 = 1,5$ – неробоче число витків.

Середній діаметр пружини:

$$D = D_1 - d = 0,14 - 0,014 = 0,126 \text{ м.}$$

Індекс пружини:

$$i = \frac{D}{d} = \frac{0,126}{0,014} = 9.$$

Попередня деформація пружини:

$$s_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{4748}{156,946 \cdot 1000} = 0,03 \text{ м.}$$

Робоча деформація пружини:

$$s_2 = \frac{P_2}{c} = \frac{5600}{156,946 \cdot 1000} = 0,036 \text{ м.}$$

Максимальна деформація пружини:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$s_3 = \frac{P_3}{c} = \frac{6222}{156,946 \cdot 1000} = 0,04 \text{ м.}$$

Довжина пружини при максимальній деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (3 + 1 - 1,5) \cdot 0,014 = 0,035 \text{ м,}$$

де n_3 – число зашліфованих витків

Довжина пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 0,035 + 0,04 = 0,075 \text{ м.}$$

Довжина пружини розтягу у вільному стані:

$$l'_0 = (n_1 + 1) \cdot d = (3 + 1) \cdot 0,014 = 0,056 \text{ м.}$$

Довжина пружини без попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 0,075 - 0,03 = 0,045 \text{ м}$$

Довжина пружини при робочій деформації:

$$l_2 = l_0 - s_2 = 0,075 - 0,036 = 0,039 \text{ м}$$

Крок пружини у вільному стані:

$$t = s_3 + d = 0,04 + 0,014 = 0,054 \text{ м.}$$

Напруження в пружині при попередній деформації:

$$\tau_1 = \frac{P_1}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{4748}{5556} \cdot 800 = 610,5 \text{ МПа}$$

Напруження в пружині при робочій деформації:

$$\tau_2 = \frac{P_2}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{5000}{5556} \cdot 800 = 720 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, що враховує кривизну витка пружини:

$$k = \frac{4 \cdot i - 1}{4 \cdot i - 4} + \frac{0,615}{i} = 1,162$$

Довжина розгорнутої пружини:

$$l = 3,2 \cdot D \cdot n_1 = 3,2 \cdot 0,126 \cdot 3 = 1,21 \text{ м}$$

Маса пружини:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

$$m = 19,25 \cdot 10^3 \cdot D \cdot d^2 \cdot n_1 = 19,25 \cdot 10^3 \cdot 0,126 \cdot 0,014^2 \cdot 3 = 1,426 \text{ кг.}$$

Об'єм, що займає пружина:

$$V = 0,785 \cdot D_1^2 \cdot l_1 = 0,785 \cdot 0,14^2 \cdot 0,045 = 0,00069 \text{ м}^3$$

Внутрішній діаметр пружини:

$$D_2 = D_1 - 2 \cdot d = 0,14 - 2 \cdot 0,014 = 0,112 \text{ м}$$

Максимальна енергія, що накопичується пружиною або робота деформації:

$$U = \frac{P_3 \cdot s_3}{2} = \frac{6222 \cdot 0,04}{2} = 124,44 \text{ Дж}$$

Висновок: розраховано розміри пружин першого віброекструдера, що зміщує і вибрано пружини стиску II класу 4 розряду, № 4 [23].

4.6.3 Розрахунок розмірів пружин другого віброекструдера, що зміщує

Мета: розрахувати розміри пружин другого віброекструдера, що зміщує.

Розрахункова схема пружини показана на рисунку 4.10.

Вхідні дані:

сила пружини при робочій деформації P_2 , Н 4821;

робочий хід h , мм 2,5;

інерційний зазор δ , мм 0,1;

індекс пружини c 10;

дріт для пружини зі сталі марки 50ХФА [22] ($\tau_{\text{пр}} = 960 \text{ МПа}$).

Вибираємо з [23] пружину стиску і розтягання II класу 4 розряду, № 3 з наступними даними:

сила пружини при попередній деформації P_1 , Н 4748;

сила пружини при робочій деформації P_2 , Н 5000;

зовнішній діаметр пружини D_1 , м 0,16;

діаметр дроту d , м 0,014;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

жорсткість одного витка c_1 , Н/мм	121,1;
максимальна деформація одного витка f_3 , м	0,0314;
максимальне дотичне напруження τ_3 , МПа	800.

Алгоритм розрахунку приведений [24].

Сила пружини при максимальній деформації:

$$P_3 = \frac{P_2}{1-\delta} = \frac{5000}{1-0,1} = 5556 \text{ Н.}$$

Сила попереднього напруження:

$$P_0 = 0,25 \cdot P_3 = 0,25 \cdot 5556 = 1389 \text{ Н.}$$

Критична швидкість пружини стиску:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{\sqrt{2 \cdot G \cdot \rho \cdot 10^{-3}}} = \frac{800 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{5000}{5556}\right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 2,259 \cdot 10^6 \text{ м/с ,}$$

де $G = 7,85 \cdot 10^4$ МПа - модуль зсуву для пружинної сталі; $\rho = 8 \cdot 10^3$ Нс² / м⁴ - динамічна густина матеріалу для пружинної сталі.

Жорсткість пружини:

$$c = \frac{P_3 - P_0}{f_3} = \frac{5556 - 1389}{41,30} = 100,896 \text{ Н/мм.}$$

Число робочих витків:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{121,1}{100,896} = 1,2$$

Приймаємо число витків, що дорівнює $n = 1,5$.

Повне число витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 1,5 + 1,5 = 3$$

$n_2 = 1,5$ – неробоче число витків.

Середній діаметр пружини:

$$D = D_1 - d = 0,16 - 0,014 = 0,146 \text{ м.}$$

Індекс пружини:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$i = \frac{D}{d} = \frac{0,146}{0,014} = 10.$$

Попередня деформація пружини:

$$s_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{4748}{100,896 \cdot 1000} = 0,047 \text{ м.}$$

Робоча деформація пружини:

$$s_2 = \frac{P_2}{c} = \frac{5000}{100,896 \cdot 1000} = 0,05 \text{ м.}$$

Максимальна деформація пружини:

$$s_3 = \frac{P_3}{c} = \frac{5556}{100,896 \cdot 1000} = 0,055 \text{ м.}$$

Довжина пружини при максимальній деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (3 + 1 - 1,5) \cdot 0,014 = 0,035 \text{ м,}$$

де n_3 – число зашліфованих витків

Довжина пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 0,035 + 0,055 = 0,09 \text{ м.}$$

Довжина пружини розтягу у вільному стані:

$$l'_0 = (n_1 + 1) \cdot d = (3 + 1) \cdot 0,014 = 0,056 \text{ м.}$$

Довжина пружини без попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 0,09 - 0,047 = 0,043 \text{ м}$$

Довжина пружини при робочій деформації:

$$l_2 = l_0 - s_2 = 0,09 - 0,05 = 0,04 \text{ м}$$

Крок пружини у вільному стані:

$$t = s_3 + d = 0,055 + 0,014 = 0,069 \text{ м.}$$

Напруження в пружині при попередній деформації:

$$\tau_1 = \frac{P_1}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{4748}{5556} \cdot 800 = 683,7 \text{ МПа}$$

Напруження в пружині при робочій деформації:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

$$\tau_2 = \frac{P_2}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{5000}{5556} \cdot 800 = 720 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, що враховує кривизну витка пружини:

$$k = \frac{4 \cdot i - 1}{4 \cdot i - 4} + \frac{0,615}{i} = 1,145$$

Довжина розгорнутої пружини:

$$l = 3,2 \cdot D \cdot n_1 = 3,2 \cdot 0,146 \cdot 3 = 1,402 \text{ м}$$

Маса пружини:

$$m = 19,25 \cdot 10^3 \cdot D \cdot d^2 \cdot n_1 = 19,25 \cdot 10^3 \cdot 0,146 \cdot 0,014^2 \cdot 3 = 1,653 \text{ кг.}$$

Об'єм, що займає пружина:

$$V = 0,785 \cdot D_1^2 \cdot l_1 = 0,785 \cdot 0,16^2 \cdot 0,043 = 0,00086 \text{ м}^3$$

Внутрішній діаметр пружини:

$$D_2 = D_1 - 2 \cdot d = 0,16 - 2 \cdot 0,014 = 0,132 \text{ м}$$

Максимальна енергія, що накопичується пружиною або робота деформації:

$$U = \frac{P_3 \cdot s_3}{2} = \frac{5556 \cdot 0,055}{2} = 152,79 \text{ Дж}$$

Висновок: розраховано розміри пружин другого віброекструдера, що зміщує і вибрано пружини стиску II класу 4 розряду, № 3 [23].

2.6.4 Розрахунок розмірів пружин формуючого віброекструдера

Мета: розрахувати розміри пружин формуючого віброекструдера.

Розрахункова схема пружини зображена на рисунку 4.10.

Вхідні дані:

сила пружини при попередній деформації P_1 , Н	5129;
сила пружини при робочій деформації P_2 , Н	5584,34;
робочий хід h , м	0,003;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

інерційний зазор δ , м

0,1.

Вибираємо з [23] пружину стиску і розтягання II класу 4 розряду, № 5 з наступними даними:

сила пружини при попередній деформації P_1 , Н	129;
сила пружини при робочій деформації P_2 , Н	5600;
зовнішній діаметр пружини D_1 , мм	140;
діаметр дроту d , мм	14;
жорсткість одного витка c_1 , Н/мм	188,4;
максимальна деформація одного витка f_3 , мм	29,73;
максимальне дотичне напруження τ_3 , МПа	800.

Алгоритм розрахунку приведений [24].

Сила пружини при максимальній деформації:

$$P_3 = \frac{P_2}{1-\delta} = \frac{5600}{1-0,1} = 6222,22 \text{ Н.}$$

Сила попереднього напруження:

$$P_0 = 0,25 \cdot P_3 = 0,25 \cdot 6222,22 = 1556 \text{ Н.}$$

Критична швидкість пружини стиску:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{\sqrt{2 \cdot G \cdot \rho \cdot 10^{-3}}} = \frac{800 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{5600}{6222,22}\right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 2,257 \cdot 10^6 \text{ м/с,}$$

де $G = 7,85 \cdot 10^4$ МПа - модуль зсуву для пружинної сталі; $\rho = 8 \cdot 10^3$ Нс²/м⁴ - динамічна густина матеріалу для пружинної сталі.

Жорсткість пружини:

$$c = \frac{P_3 - P_0}{f_3} = \frac{6222,22 - 1556}{29,73} = 156,968 \text{ Н/мм.}$$

Число робочих витків:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{188,4}{156,968} = 1,2$$

Приймаємо число витків, що дорівнює $n = 1,5$.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Повне число витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 1,5 + 1,5 = 3$$

$n_2 = 1,5$ – неробоче число витків.

Середній діаметр пружини:

$$D = D_1 - d = 140 - 14 = 126 \text{ мм} = 0,126 \text{ м.}$$

Індекс пружини:

$$i = \frac{D}{d} = \frac{0,14}{0,014} = 9$$

Попередня деформація пружини:

$$s_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{5129}{156,968} = 32,676 \text{ мм} = 0,032676 \text{ м.}$$

Робоча деформація пружини:

$$s_2 = \frac{P_2}{c} = \frac{5600}{156,968} = 35,676 \text{ мм} = 0,035676 \text{ м.}$$

Максимальна деформація пружини:

$$s_3 = \frac{P_3}{c} = \frac{6222,22}{156,968} = 39,64 \text{ мм} = 0,03964 \text{ м.}$$

Довжина пружини при максимальній деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (3 + 1 - 1,5) \cdot 0,014 = 0,035 \text{ м,}$$

де n_3 – число зашліфованих витків

Довжина пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 0,035 + 0,03964 = 0,07464 \text{ м.}$$

Довжина пружини розтягу у вільному стані:

$$l'_0 = (n_1 + 1) \cdot d = (3 + 1) \cdot 0,014 = 0,056 \text{ м.}$$

Довжина пружини без попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 0,07464 - 0,032676 = 0,041964 \text{ м.}$$

Довжина пружини при робочій деформації:

$$l_2 = l_0 - s_2 = 0,07464 - 0,035676 = 0,038964 \text{ м.}$$

Крок пружини у вільному стані:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

$$t = s_3 + d = 0,03964 + 0,014 = 0,05364 \text{ м.}$$

Напруження в пружині при попередній деформації:

$$\tau_1 = \frac{P_1}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{5129}{6222,22} \cdot 800 = 659,5 \text{ МПа.}$$

Напруження в пружині при робочій деформації:

$$\tau_2 = \frac{P_2}{P_3} \cdot \tau_3 = \frac{5600}{6222,22} \cdot 800 = 720 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт, що враховує кривизну витка пружини:

$$k = \frac{4 \cdot i - 1}{4 \cdot i - 4} + \frac{0,615}{i} = 1,162$$

Довжина розгорнутої пружини:

$$l = 3,2 \cdot D \cdot n_1 = 3,2 \cdot 0,126 \cdot 3 = 1,21 \text{ м}$$

Маса пружини:

$$m = 19,25 \cdot 10^3 \cdot D \cdot d^2 \cdot n_1 = 19,25 \cdot 10^3 \cdot 0,26 \cdot 0,014^2 \cdot 3 = 1,426 \text{ кг}$$

Об'єм, що займає пружина:

$$V = 0,785 \cdot D_1^2 \cdot l_1 = 0,785 \cdot 0,14^2 \cdot 0,041964 = 0,00065 \text{ м}^3.$$

Внутрішній діаметр пружини:

$$D_2 = D_1 - 2 \cdot d = 0,14 - 2 \cdot 0,014 = 0,112 \text{ м.}$$

Максимальна енергія, що накопичується пружиною або робота деформації:

$$U = \frac{P_3 \cdot s_3}{2} = \frac{6222,22 \cdot 0,03964}{2} = 123,342 \text{ Дж.}$$

Висновок: розраховано розміри пружин формуючого віброекструдера і вибрано пружини стиску II класу 4 розряду, № 5 [23].

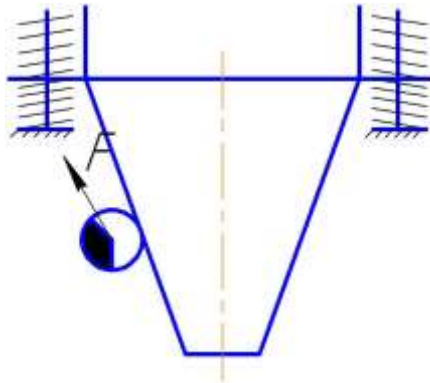
					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

4.7 Розрахунок потужності, що витрачається на вібрацію

4.7.1 Розрахунок потужності кругової вібрації дозатора-живильника розчину

Мета розрахунку: визначити потужність кругової вібрації дозатора-живильника розчину.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.11.



Рисунку 4.11 - Розрахункова схема потужності кругової вібрації

Вихідні дані:

Вібратор загального призначення з круговими коливаннями ІВ-24.

Статичний момент маси дисбалансів $m_0 \cdot r_0$, кг·м 0,183;

Діаметр цапфи підшипника d_{ϕ} , м 0,05;

Кутова частота коливань ω_1 , с⁻¹ 47.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [25].

Розрахунок:

Сила, що змушує до коливань:

$$F_0 = m_0 \cdot r_0 \cdot \omega_1^2 = 0,183 \cdot 47^2 = 404 \text{ Н.}$$

Потужність, що витрачається на кругові коливання:

$$N_k = 0,5 \cdot F_0 \cdot a_p \cdot \omega_1 = 0,5 \cdot 404 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 47 = 9,5 \text{ Вт;}$$

де $a_p = 1 \cdot 10^{-3}$ м – амплітуда переміщення робочого органу.

Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках вібробудника:

$$N_{mp.} = 0,5 \cdot F_0 \cdot \lambda \cdot d_u \cdot \omega_1 = 0,5 \cdot 404 \cdot 0,03 \cdot 0,05 \cdot 47 = 14,25 \text{ Вт};$$

де $\lambda = 0,03$ - умовний коефіцієнт тертя для підшипників.

Потужність привода з обліком ККД:

$$N_{np.} = \frac{N_k + N_{mp.}}{\eta} = \frac{9,5 + 14,25}{0,95} = 25 \text{ Вт};$$

де $\eta = 0,95$ – ККД передачі.

Висновок: Визначено потужність кругової вібрації живильника-дозатора розчину, яка дорівнює 25 Вт.

4.7.2 Розрахунок потужності кругової вібрації віброекструдера, що змішує

Мета розрахунку: визначення потужності кругової вібрації віброекструдера, що змішує.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.11.

Вихідні дані:

Вібратор загального призначення з круговими коливаннями ІВ-21.

Статичний момент маси дисбалансів $m_0 \cdot r_0$, кг·м 0,046;

Діаметр цапфи підшипника d_u , м 0,05;

Кутова частота коливань ω_1 , с⁻¹ 47.

Розрахунок:

Розрахунок проводимо за методикою, викладеною в [25].

Сила, що змушує до коливань

$$F_0 = m_0 \cdot r_0 \cdot \omega_1^2 = 0,046 \cdot 47^2 = 101,6 \text{ Н.}$$

Потужність, що витрачається на кругові коливання:

$$N_k = 0,5 \cdot F_0 \cdot a_p \cdot \omega_1 = 0,5 \cdot 101,6 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 47 = 2,4 \text{ Вт};$$

де $a_p = 1 \cdot 10^{-3}$ м – амплітуда переміщення робочого органа.

Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках вібробудника:

$$N_{mp.} = 0,5 \cdot F_0 \cdot \lambda \cdot d_u \cdot \omega_1 = 0,5 \cdot 101,6 \cdot 0,03 \cdot 0,05 \cdot 47 = 3,58 \text{ Вт};$$

де $\lambda = 0,03$ - умовний коефіцієнт тертя для підшипників.

Потужність привода з обліком ККД

$$N_{np.} = \frac{N_k + N_{mp.}}{\eta} = \frac{2,4 + 3,58}{0,95} = 6,3 \text{ Вт};$$

де $\eta = 0,95$ – ККД передачі.

Висновок: визначено потужність кругової вібрації віброекструдера, що змiшує, яка дорiвнює 6,3 Вт.

4.7.3 Розрахунок потужності вібрації формуючого віброекструдера

Мета розрахунку: визначення потужності вібрації формуючого віброекструдера.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.13.

Вихідні дані:

Вібратор загального призначення з круговими коливаннями ІВ-22.

Статичний момент маси дисбалансів $m_0 \cdot r_0$, кг·м 0,092;

Діаметр цапфи підшипника d_u , м 0,05;

Кутова частота коливань ω_1 , с⁻¹ 47.

Розрахунок:

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [25].

Сила, що змушує до коливань

$$F_0 = m_0 \cdot r_0 \cdot \omega_1^2. \quad (4.1)$$

Потужність, що витрачається на кругові коливання

$$N_k = 0,5 \cdot F_0 \cdot a_p \cdot \omega_1; \quad (4.2)$$

де $a_p = 1 \cdot 10^{-3}$ м – амплітуда переміщення робочого органа.

Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках вібробудника:

$$N_{mp.} = 0,5 \cdot F_0 \cdot \lambda \cdot d_u \cdot \omega_1; \quad (4.2)$$

де $\lambda = 0,03$ - умовний коефіцієнт тертя для підшипників.

Потужність привода з обліком КПД:

$$N_{np.} = \frac{N_{\kappa} + N_{mp.}}{\eta}; \quad (4.4)$$

де $\eta = 0,95$ – КПД передачі.

Таблиця ідентифікаторів, блок-схема розрахунку, потужності що витрачається на вібрацію знаходиться в додатку Г.

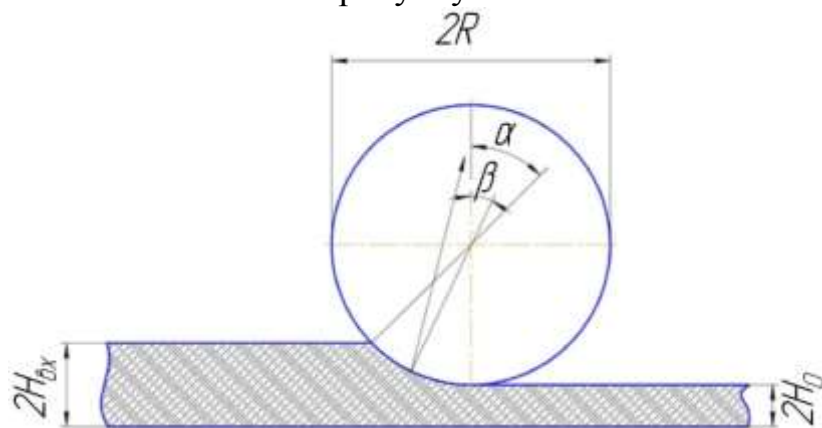
Висновок: визначено потужність вібрації формуючого віброекструдера, яка дорівнює 12,63 Вт.

4.8 Розрахунок конвейєра, що змішує

4.8.1 Параметричний розрахунок вузла фіксації волокон у розчинному шарі

Мета: розрахунок розпірного зусилля.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.12.



$2H_0$ – міжвалковий зазор у зоні деформації; $2H_{bx}$ – міжвалковий зазор на вході зони деформації.

Рисунок 4.12 – Втискування фібр в розчинний шар

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [20].

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Для моделювання ущільнення вологої суміші будемо використовувати залежність виду:

$$\mu_{\text{эф}} = f(\dot{\gamma});$$

де $\mu_{\text{эф}}$ – ефективна в'язкість суміші, Па·с;

$\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, с^{-1} .

Для моделювання ущільнення суміші була застосована залежність тиску у міжвалковому зазорі від ступеня ущільнення суміші:

$$p = f(\varepsilon);$$

Після обробки дослідних даних за методикою [26] отримали наступний вигляд:

$$\mu_{\text{эф}} = 0,3524 \cdot 10^7 \dot{\gamma}^{-0,886} = 0,3524 \cdot 10^7 \cdot 267^{-0,886} = 24954 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$p = 2,28 \cdot 10^7 \cdot \varepsilon^{5,26} = 2,28 \cdot 10^7 \cdot 1,125^{5,26} = 42364015 \text{ Па}.$$

Використовуючи ці емпіричні залежності, зробимо розрахунок розпірного зусилля, як у міжвалковому зазорі:

$$F = D \cdot B_c \cdot U_k \cdot \mu_{\text{эф}} \left(\frac{1}{2H_0} - \frac{1}{2H_{\text{вх}}} \right) = 0,25 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 24954 \left(\frac{1}{0,0045} - \frac{1}{0,00585} \right) = 191954 \text{ Н};$$

і через тиск p :

$$F = p \cdot l_d \cdot B_c = 42364015 \cdot 7,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 = 150392 \text{ Н};$$

де $2H_0$ – міжвалковий зазор у зоні деформації, м;

$2H_{\text{вх}}$ – міжвалковий зазор на вході зони деформації, м;

B_c – ширина шару суміші на транспортерній стрічці, м;

l_d – довжина зони деформації, м.

Довжина зони деформації l_d розраховується за формулою [20]:

$$l_d = \rho_{\text{вх}} \sqrt{D \cdot H_0} = 0,3 \sqrt{0,25 \cdot 0,00225} = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

де $\rho_{\text{вх}} = 0,3$ – дослідна безрозмірна величина.

Швидкість зсуву визначається за формулою [20]:

$$\dot{\gamma} = \frac{U_k}{2H_0} = \frac{1,2}{0,0045} = 267 \text{ с}^{-1}.$$

Між величинами зазорів на вході зони деформації [20]:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 87
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$2H_{\text{BX}} = 2H_0 (1 + \rho_{\text{BX}}^2) = 0,0045(1 + 0,3) = 0,00585 \text{ м.}$$

Висновок: розраховано розпірне зусилля за формулою Ардичвілі і через тиск, приймаємо більше з отриманих значень розпірних зусиль $F = 191954 \text{ Н.}$

4.8.2 Розрахунок зубчатого зачеплення конвеєра

Мета: визначення допустимих напружень.

Розрахункова схема покана на рисунку 4.13.

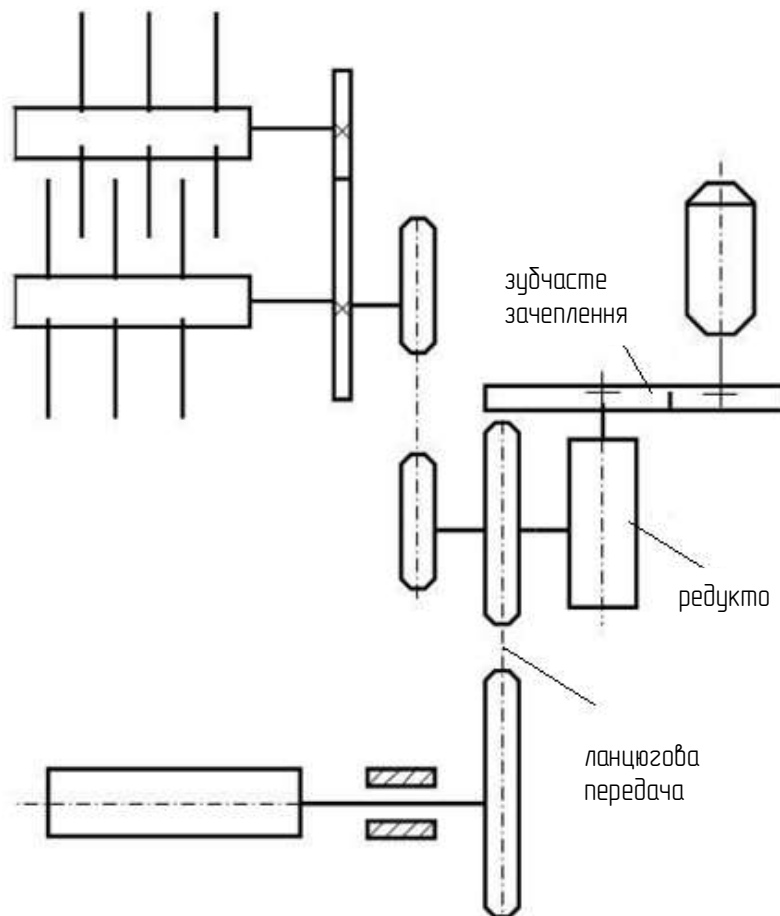


Рисунок 4.13 - Схема привода конвеєра

Вихідні дані:

Матеріал шестірні	сталь 45;
Передана потужність $N_{\text{п}}$, кВт	0,56;
Число обертів шестірні, об/с	15,5;

Передатне відношення i 5;
 Зачеплення нормальне α , 20°;
 Ступінь точності передачі 8.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [28].

Розрахункова схема зубчастого зачеплення зображена на рисунку 4.13.

Допустиме контактне напруження робочої поверхні шестерні при твердості $HV < 250$ МПа:

$$[\sigma]_{\text{пов}} = 25 \cdot 19 \cdot \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{ц}}}} = 25 \cdot 19 \cdot \sqrt[6]{\frac{10^7}{1,5 \cdot 10^7}} = 444 \text{ МПа};$$

де $N_{\text{ц}}$ – базове число циклів.

Допустиме напруження вигину шестірні 1:

$$[\sigma]_{\text{и}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1}}{2k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 300}{2 \cdot 1,24} = 169 \text{ МПа}.$$

Допустиме контактне напруження робочої поверхні шестірні 2 при твердості $HV < 250$ МПа:

$$[\sigma]_{\text{пов}} = 25 \cdot 19 \cdot \sqrt[6]{\frac{10^7}{10^7}} = 475 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження вигину шестірні 2:

$$[\sigma]_{\text{и}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1}}{2k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 300}{2 \cdot 1,45} = 145 \text{ МПа}.$$

Визначимо значення коефіцієнтів $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, \kappa_4$:

$\kappa_1 = 1$ при рівномірному навантаженні;

$\kappa_2 = 1$ при постійному навантаженню ($HV < 250$ МПа);

$\kappa_3 = 1,3$, тому що $U_k \geq 1$ м/с при постійному навантаженню;

$\kappa_{4к} = \kappa_{4ш} = 1$.

Розрахункова потужність:

$$N_p = N_{\text{п}} \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4 = 0,56 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,728 \text{ кВт}.$$

Число обертів колеса:

$$n_k = \frac{n_{\text{ш}}}{i} = \frac{15,5}{5} = 3,1 \frac{\text{об}}{\text{с}};$$

$$n_k = 186 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаючи $\frac{b}{d_{\text{ш}}} = 0,25$, знаходимо коефіцієнт довжини зуба за формулою:

$$\psi = \frac{2}{i+1} \cdot \frac{b}{d_{\text{ш}}} = \frac{2}{5+1} \cdot 0,25 = 0,083.$$

Міжосьова відстань:

$$A = (i \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{280000}{i \cdot [\sigma]_{\text{пов}}}\right)^2 \cdot \frac{N_p \cdot 1,36}{n_k \psi}} = (5+1) \sqrt[3]{\left(\frac{280000}{5 \cdot 4800}\right)^2 \cdot \frac{0,728 \cdot 1,36}{186 \cdot 0,083}} = 12,4 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Приймаємо $A = 0,15 \text{ м.}$

$$y = \psi \cdot A = 0,083 \cdot 0,15 = 0,012 \text{ м;}$$

$$d_{\text{ш}} = \frac{2 \cdot A}{i+1} = \frac{2 \cdot 0,15}{5+1} = 0,05 \text{ м.}$$

Номінальний момент на шестерні:

$$M_{\text{шн}} = 11620 \frac{N_{\text{н}}}{n_{\text{ш}}} = 11620 \frac{1,36 \cdot 0,728}{930} = 12,4 \text{ кг} \cdot \text{м.}$$

Динамічний момент на шестерні для прямозубих передач 3 ступені точності:

$$M_{\text{шд}} = 1,3v \cdot i \cdot d_{\text{ш}} = 1,3 \cdot 2,4 \cdot 5 \cdot 1,2 \sqrt{\frac{0,15}{5}} = 3,24 \text{ кг} \cdot \text{м.}$$

Тоді маємо

$$k_3 = 1 + \frac{M_{\text{шд}}}{M_{\text{шн}}} = 1 + \frac{3,24}{12,4} = 1,26.$$

Перерахування міжцентрової відстані робити не слід.

Висновок: визначили допустимі напруження.

4.8.3 Розрахунок ланцюгової передачі конвеєра

Мета: визначення кроку ланцюга.

Розрахункова схема показана на рисунку 4.13.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [27].

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Крок ланцюга:

$$t = \sqrt[3]{\frac{N \cdot k_3}{z \cdot \omega \cdot [p]}} = \sqrt[3]{\frac{1391 \cdot 1,5}{19 \cdot 1,2 \cdot 35 \cdot 10^6}} = 1,38 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

де z – кількість зубів зірочки:

$$z = 29 - 2 \cdot i = 29 - 2 \cdot 5 = 19.$$

$[p] = 35 \text{ МПа.}$ – допустимий тиск у шарнірах ланцюга, що залежить від частоти обертання зірочки або від швидкості ланцюга, Па;

k_3 – експлуатаційний коефіцієнт:

$$k_3 = k_d \cdot k_{\text{рег}} \cdot k_{\Pi} \cdot k_c \cdot k_p = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 1,5;$$

де k_d – коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження (для рівномірної динамічності навантаження $k_d = 1$);

$k_{\text{рег}}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб регулювання міжосьової відстані (при використанні натискних зірочок $k_{\text{рег}} = 0,8$);

k_{Π} – коефіцієнт, що враховує положення передачі (при нахилі лінії центрів зірочок до обрію до 60° $k_{\Pi} = 1$);

k_c – коефіцієнт, що враховує спосіб змазування (при періодичному змащенні $k_c = 1,5$);

k_p – коефіцієнт, що враховує режим роботи (для двозмінної роботи $k_p = 1,25$).

Сполучення непарних чисел зубів відомої і ведучої зірочок з парним числом ланок ланцюга забезпечує більш рівномірне зношування зубів і шарнірів.

За ГОСТ 13568-97 приймаємо ланцюг з кроком $t = 15,875 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

Висновок: обрано крок ланцюга, що являє $t = 15,875 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

4.9 Розрахунок потужності привода конвеєра без врахування потужності, що витрачається на втиснення фібр у розчинний шар

Мета: розрахунок потужності приводу без врахування потужності на удавлення фібр у розчинний шар.

Розрахункова схема змішувача показана на рисунку 4.14.

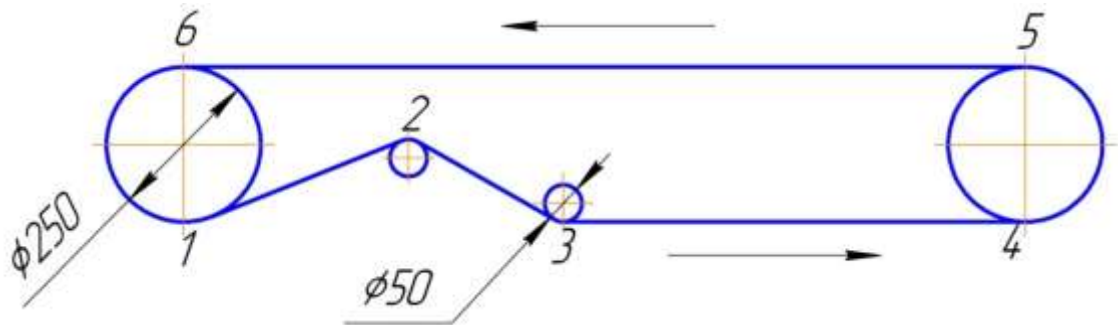


Рисунок 4.14 - Розрахункова схема змішувача

Вихідні дані:

Швидкість руху стрічки U_k , м/с	1,2;
Діаметр приводного барабана D , м	0,25;
Ширина стрічки B , м	0,65;
Траса транспортера Z , м	5;
Коефіцієнт тертя стрічки об барабан f	0,3.

Місцеві умови: транспортер знаходиться в технологічному ланцюзі. Над транспортером установлені дозатори-живильники розчину і фібр. Привод змішувача має один ведучий нефутерований барабан (кут обхвату $\alpha = 210^\circ = 3,66$ рад).

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [28].

Число обертів барабана:

$$n = \frac{U_k}{\pi \cdot D} = \frac{1,2}{3,14 \cdot 0,25} = 1,529 \frac{\text{об}}{\text{с}}.$$

Для визначення натягів у стрічці приймаємо метод розрахунку по тяговому контурі.

Натяг в гілці стрічки, що набігає, (точка 6) за формулою Ейлера визначається в такий спосіб:

$$S_6 = S_1 \cdot e^{f\alpha} = 3S_1.$$

Погонне навантаження від ваги стрічки:

$$q_0 = 1,1B(\delta \cdot i + h_1 + h_2) = 1,1 \cdot 0,65(1,4 \cdot 3 + 3 + 1) = 5,863 \frac{\text{кг}}{\text{м}};$$

де $1,1 \text{ т/м}^3$ – густина матеріалу стрічки;

δ – товщина прокладки, мм;

i – кількість прокладок у стрічці;

h_1 – товщина верхньої обкладки, мм;

h_2 – товщина нижньої обкладки, мм.

Напруження в характерних точках тягового контуру:

$$\begin{aligned} S_2 &= k \cdot S_1 = 1,04 \cdot S_1; \\ S_3 &= k \cdot S_2 = 1,03 \cdot 1,04 \cdot S_1 = 1,0712 \cdot S_1; \\ S_4 &= S_3, \\ S_5 &= k \cdot S_4 = 1,05 \cdot 1,07 \cdot S_1 = 1,1235 \cdot S_1. \end{aligned}$$

Напруження в гілці транспортера, що набігає на приводний барабан:

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = 1,1235 \cdot S_1 + 39,03;$$

де W_{5-6} – опір руху стрічки:

$$W_{5-6} = W_d + W_{\text{оп}} = 30,24 + 8,79 = 39,03 \text{ кг};$$

де $W_d = 30,24 \text{ кг}$ – опір дозаторів-живильників;

$W_{\text{оп}}$ – опір від тертя по опорному настилі, кг.

Опір від тертя по опорному настилі:

$$W_{\text{оп}} = q_0 \cdot Z \cdot f = 5,863 \cdot 5 \cdot 0,3 = 8,79 \text{ кг}.$$

Вирішуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} S_6 = 3 \cdot S_1 \\ S_6 = 1,1235 \cdot S_1 + 39,03 \end{cases};$$

звідки

$$3 \cdot S_1 = 1,1235 \cdot S_1 + 39,03;$$

$$S_1 = 20,8 \text{ кг};$$

$$S_6 = 62,4 \text{ кг}.$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Опір пересуванню стрічки:

$$W_6 = S_6 - S_1 + W_{\text{оч}} + (S_6 + S_1) \cdot 0,03 = 62,4 - 20,8 + 30 + (62,4 + 20,8) \cdot 0,03 = 74 \text{ кг};$$

де $W_{\text{оч}} = 30 \text{ кг}$ – опір очищення стрічки;

$(S_6 + S_1) \cdot 0,03$ – опір від натягу стрічки, кг.

Розрахункова схема привода наведена на рисунку 4.6.

Сумарний ККД привода:

$$\eta = \eta_3 \cdot \eta_p \cdot \eta_{\text{ц}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,729,$$

де η_3 – ККД зубчастої передачі;

η_p – ККД редуктора;

$\eta_{\text{ц}}$ – ККД ланцюгової передачі.

Споживана потужність привода, без обліку потужності, що витрачається на удавлення фібр у розчинний шар:

$$N_1 = 1,2 \frac{W_6 \cdot U_k}{102 \cdot \eta} = 1,2 \frac{74 \cdot 1,2}{102 \cdot 0,729} = 1,194 \text{ кВт}.$$

Висновок: розраховано потужність приводу без врахування потужності на удавлення фібр у розчинний шар, що являє $N_1 = 1,194 \text{ кВт}$.

4.10 Розрахунок потужності, що витрачається на втиснення фібр у розчинний шар і загальної потужності привода конвеєра

Мета: розрахунок потужності, що витрачається на вдавлення фібр у розчинний шар і загальної потужності привода конвеєра.

Розрахункові схеми показані на рисунках 4.12 і 4.14.

Вихідні дані:

Швидкість руху стрічки U_k , м/с 1,2;

Діаметр приводного барабана D , м 0,25.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [28].

Момент, що обертає приводний барабан:

$$M_B = F \cdot a = 191954 \cdot 3,56 \cdot 10^{-3} = 683,36 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

де a – плече прикладання рівнодіючої сили тиску листа на валок, м:

$$a=R \cdot \sin \beta=0,125 \cdot \sin 1,63^{\circ}=3,56 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

R – радіус приводного барабана, м:

$$R=\frac{D}{2}=\frac{0,25}{2}=0,125 \text{ м};$$

β – кут прикладання рівнодіючої сили, рад:

$$\beta=\frac{\alpha}{2}=\frac{3,26}{2}=1,63^{\circ};$$

α – кут захоплення, рад:

$$\alpha=\arcsin\left(\frac{l_d}{R}\right)=\arcsin\left(\frac{7,1 \cdot 10^{-3}}{0,125}\right)=3,26^{\circ}.$$

Момент сил тертя в підшипниках барабана:

$$M_{\text{тр}}=F \cdot d_{\text{ц}} \cdot k_{\text{к}}=191954 \cdot 0,05 \cdot 0,005=48,0 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

де $d_{\text{ц}}$ – діаметр цапфи барабана, м;

$k_{\text{к}}$ – коефіцієнт тертя кочення.

Сумарний статичний момент:

$$M_{\text{с}}=k(M_{\text{в}}+M_{\text{тр}})=1,2(683,36+48,0)=877,63 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

де $k = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати.

Потужність, що витрачається на удавлення фібр у розчинний шар:

$$N_{\text{в}}=M_{\text{с}} \cdot \omega=877,63 \cdot 9,6=8425,25 \text{ Вт};$$

де ω – кутова швидкість барабана, 1/с:

$$\omega=\frac{U_{\text{к}}}{R}=\frac{1,2}{0,125}=9,6 \frac{1}{\text{с}}.$$

Споживана потужність, що витрачається на удавлення фібр у розчинний шар з врахуванням ККД привода:

$$N_2=1,2 \frac{N_{\text{в}}}{\eta}=1,2 \frac{8425,25}{0,729}=13869 \text{ Вт}.$$

Загальна потужність привода змішувача:

$$N=N_1+N_2=1194+13869=15063 \text{ Вт}.$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Висновок: розраховано потужність, що витрачається на вдавнення фібр у розчинний шар, що являє $N_2=13869$ Вт і загальної потужності привода змішувача $N=15063$ Вт.

4.11 Розрахунок потужності привода стрічкового транспортера

Мета: розрахунок загальної потужності привода транспортера.

Розрахункова схема потужності привода стрічкового транспортера показана на рисунку 4.15.

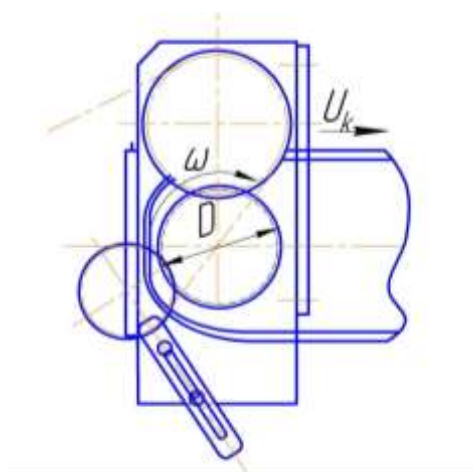


Рисунок 4.15 – Розрахункова схема привода стрічкового транспортера

Вихідні дані:

Швидкість руху стрічки U_k , м/с	1,2;
Діаметр приводного барабана D , м	0,18;
Ширина стрічки B , м	0,65;
Траса транспортера Z , м	1,2;
Коефіцієнт тертя стрічки об барабан f	0,3.

Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [28].

Число обертів барабана:

$$n = \frac{U_k}{\pi \cdot D} = \frac{1,2}{3,14 \cdot 0,18} = 2,123 \frac{\text{об}}{\text{с}}.$$

Момент, що обертає приводний барабан:

$$M_B = F \cdot a = 191954 \cdot 3,56 \cdot 10^{-3} = 683,36 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

де a – плече прикладання рівнодіючої сили тиску листа на валок, м:

$$a=R \cdot \sin \beta=0,09 \cdot \sin 2,265^{\circ}=3,56 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

R – радіус приводного барабана, м:

$$\beta=\frac{D}{2}=\frac{0,18}{2}=0,09 \text{ м};$$

β – кут прикладання рівнодіючої сили, рад:

$$\beta=\frac{\alpha}{2}=\frac{4,53}{2}=2,265^{\circ};$$

α – кут захоплення, рад:

$$\alpha=\arcsin\left(\frac{l_{\text{д}}}{R}\right)=\arcsin\left(\frac{7,1 \cdot 10^{-3}}{0,09}\right)=4,53^{\circ}$$

Момент сил тертя в підшипниках барабана [22]:

$$M_{\text{тр}}=F \cdot d_{\text{ц}} \cdot k_{\text{к}}=191954 \cdot 0,05 \cdot 0,005=48 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де $d_{\text{ц}}$ – діаметр цапфи барабана, м;

$k_{\text{к}}$ – коефіцієнт тертя катання.

Сумарний статичний момент:

$$M_{\text{с}}=k \left(M_{\text{в}}+M_{\text{тр}} \right)=1,2 \left(683,36+48 \right)=877,63 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

де $k = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати.

Потужність:

$$N_{\text{в}}=M_{\text{с}} \cdot \omega=877,63 \cdot 13,3=11672 \text{ Вт};$$

де ω – кутова швидкість барабана, 1/с:

$$\omega=U_{\text{к}}/R=\frac{1,2}{0,09}=13,3 \frac{1}{\text{с}}.$$

Споживана потужність с обліком ККД привода:

$$N_2=1,2 \frac{N_{\text{в}}}{\eta}=1,2 \frac{11672}{0,729}=19213 \text{ Вт}.$$

Загальна потужність привода транспортера:

$$N=N_1+N_2=1194+19213=20407 \text{ Вт}.$$

Висновок: розрахована загальна потужність привода транспортера, що являє $N = 20407 \text{ Вт}$.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Закон України «Про охорону праці» зобов'язує забезпечити працюючих громадян безпечними умовами праці, що включає в себе вирішення питань безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці. Всі працівники та обслуговуючий персонал повинен бути ознайомлений з правилами і інструкціями з техніки безпеки і виробничої санітарії. Інструкції з техніки безпеки повинні знаходитися на робочих місцях, плакати, що ілюструють методи безпечного виконання робіт вивішуються на видно доступних місцях. Однак, основною умовою зниження шкідливих факторів є обов'язкове виконання правил безпеки [29, 30].

Тема дисертаційної роботи «Модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує». Впровадження нових технологічних процесів, спрямованих на полегшення трудової діяльності або підвищення безпеки праці, часто пов'язане з виникненням нових чинників, які створюють загрозу життю та здоров'ю працівників. Експлуатація установки для виробництва фібробетонних виробів, теж супроводжуються шкідливими та небезпечними факторами і мають певний ризик.

В даному розділі дипломного проекту аналізуються умови праці оператора у виробничому приміщенні виготовлення фібробетонних виробів. Площа операторської $S = 80 \text{ м}^2$, $V = 240 \text{ м}^3$. Площа виробничого приміщення $S = 2000 \text{ м}^2$. На стадії обслуговування установки працює два робітника – оператор та технолог у робочому приміщенні виробництва фібробетону.

Під час роботи установки можливі такі шкідливі та небезпечні фактори:

- повітря робочої зони;
- шум та вібрація;
- промислове освітлення;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- електронебезпека;
- пожежна небезпека;
- надзвичайні ситуації (вибухо пожежо захист).

Повітря робочої зони

Значення величин температури у холодний період року складає 19-20 °С, у теплий період – 22-25 °С. Значення величин відносної вологості у холодний та теплий період року складає 50-60 %. Швидкості руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення у холодний період дорівнює 0,1 м/с, а у теплий період – 0,2 м/с.

Робота операторів на пересувній віброекструзійній установці відноситься до важкої фізичної роботи через те, що установка розташована в умовах шуму, пилу, робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року. Енерговитрати за таких умов праці складають більш 173 Дж/с. Проектом передбачено можливість відпочинку персоналу в закритому приміщенні.

Для підтримання необхідних кліматичних факторів, робоча зона забезпечується опаленням та кондиціонуванням повітря в приміщенні у відповідності з ДСН 3.3.6.042-99.

Враховуючи те що ГДК цементу 6 мг/м³, то в теплий період року природна вентиляція втрачає свою ефективність, також використовуються штучні: загальна припливна та комбінована – загальна припливна разом з місцевою витяжною, у вигляді зонта, вентиляції у відповідності СНиП 2.04.05-86.

В якості штучної місцевої вентиляції використовуємо витяжний зонт.

Ефективна робота зонта можлива в тому випадку, якщо об'єм підтікаючої течії повітря менше об'єму відсмоктуючого повітря. Розміри вхідного отвору зонта більше розмірів джерела. Для надійності роботи зонта необхідно, щоб вертикальний шлях між кромкою зонта і верхньою кромкою накритого осередку виділення шкідливих речовин був мінімальним. У приміщенні передбачена

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

безперервно діюча припливно-витяжна вентиляція, яка складається з приймача шкідливих викидів (витяжний зонт), повітропроводу, вентилятора, очисних та відвідних пристроїв. Знаючи продуктивність $2400\text{м}^3/\text{год}$ вибираємо вентилятор МЦ - 5 з частотою обертання $N=930$ об/хв і $\text{ККД}=0,56$.

Для відводу шкідливого пилу над бункером встановлюємо витяжний зонт. Для нього характерно те, що між джерелом і приймачем є захищений простір від навколишнього середовища.

Після встановлення витяжного зонта фактичні концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони становить цементу 4 мг/м^3 , що відповідає ГОСТ 12.1.005-88/98.

Шум та вібрація

Джерелом шуму при роботі машини є:

- електродвигуни;
- вібратори;
- приводи робочих органів.

Рівень шуму у джерелі $L=98$ дБА.

Операторська зроблена із газоблоку, шумпоглинання якого $L=65$ дБА.
Установленні вікна ВЕКА $L=60$ дБА.

Тому потрібно прийняти наступні міри до послаблення шуму:

- змащування всіх поверхонь, що труться ($\Delta L=20$ дБА);
- використання захисних засобів ($\Delta L=50$ дБА).

Рівень звуку на робочому місці становить $L=55$ дБа згідно з ДСН 3.3.6.039-99.

З метою зниження шуму та вібрації віброуючі частини установки закріплені за допомогою пружин, тому не виникають вібрації що перевищують допустимі межі відповідно до ДСН 3.3.6.039-99.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Промислове освітлення

У приміщенні, де встановлена віброекструзійна установка, використовується змішане освітлення. У світлий час доби недостатня кількість природного освітлення тому доповнюємо штучним освітленням.

В якості штучного освітлення використовуємо світлодіодне освітлення, яке має ряд переваг над звичайним освітленням, а саме: економічність, довговічність (строк служби 50000 год), швидка окупність, висока степінь захисту, відсутність стробоскопічного ефекту та рівномірне освітлення.

Нормативне значення освітлення – 300 лк. Штучним джерелом освітлення промислового приміщення є світлодіодне освітлення типу LED потужністю 88 Вт у кількості 10 шт. і забезпечують світовий потік 100000 лм. Фактичне значення штучного освітлення $E_f=320\text{лк}$, що відповідає нормам $E_f>E_n$. Для місцевого освітлення використовується світлодіодне освітлення типу LED, що дає освітлення $E=200\text{лк}$ і відповідає до ДБНВ 2.5.2.8-2006.

Електробезпека

Лінія призначена для експлуатації в приміщенні з підвищеною небезпекою по ПУЄ.

Для живлення в апараті використовується трьохфазна напруга 220/380В з частотою 50 Гц з ізольованою нейтраллю.

Для боротьби з електробезпекою проектом передбачено:

- система автоматики організована включає в себе запобіжну систему від перевантаження, від короткого замикання;
- шафи електрообладнання мають кінцеві вимикачі ,які розривають електричні кола живлення машини і знеструмлюють її при відкритті дверцят шаф(можлива робота в режимі наладки – “перемикач-робота-наладка”);

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

- комп'ютерний контроль стану датчиків на справність, положення і черговість роботи;
- захист від відхилення живильних та заданих напруг на регулюючих блоках і виконавчих приладах;
- блокування небезпечної роботи лінії кнопками “стоп” (грибкового типу), встановленими на всіх вузлах, доступних під час роботи обладнання і розміщених з обох сторін лінії (повна зупинка лінії);
- захист і комп'ютерна перевірка пошкодження ізоляції на всіх механізмах;
- заземлення.

Для забезпечення безпеки праці працівника при доторканні до корпусу електроустаткування, знеструмленого, але яке може бути під напругою, проектом передбачено пристрій захисного заземлення. Магістраль заземлення виконується з штабової сталі перерізом 5 x 30 мм.

Для захисту від іскрових розрядів статичного струму проектом передбачено відвід зарядів за рахунок приєднання установки, комунікацій, в котрих статичний струм виникає та може накопичуватися, до заземляючого пристрою. Загальний опір заземлення системи не перевищує 4 Ом, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.030-86

Для захисту від надзвичайних ситуацій, пов'язаних з електронебезпекою машина оснащена пультом та автоматикою аварійного вимкнення живлення, також оператор працює на ізолюючому від фундаменту помості.

Надзвичайні ситуації (вибухо- пожежо- захист)

У процесі виробництва виробів з фібробетону використовуються такі речовини: цемент, пісок, вода, деревина, грубі базальтові фібри. Тверді горючі речовини мають $t_{\text{займання}} = 380 - 400 \text{ }^{\circ}\text{C}$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

Виходячи з цього, по ОНТП 24–86 виробництво за пожежною безпекою віднесено до категорії В, клас зони області П-Па.

Вогнестійкість будинку за ДБНВ 2.5.2.8-99 відповідає степені вогнестійкості П.

Згідно СПУЕ клас зони установки П-ПА.

Серед причин, що можуть викликати загорання, найбільше ймовірними є такі:

- загорання ізоляції електропроводки;
- несправність електричного обладнання;
- коротке замикання і перевантаження силових кабелів живлення;
- використання вогню в неналежному місці.

Запобігання загорання забезпечується такими мірами:

- дотримання технології правил експлуатації;
- обмеження застосування відкритого вогню;
- паління тільки у місцях відведених для цього;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація лекцій по протипожежній безпеці;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, вогнегасники, ковдри).

При займанні системи автоматики, необхідно першим чином вимкнути систему електроживлення потім, можна гасити пожежу, якщо вимкнути неможливо, то електрообладнання можна гасити лише вуглекислотними, вуглекисотно-бромметиловими, порошковими та хладоновими вогнегасниками (рисунок 3.8), вуглекислотно-бромметиловими вогнегасниками рекомендується

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

гасити пожежі через віконні та дверні прорізи, так як заряд вогнегасника токсичний. Тому запобігання загорання у виробничому приміщенні є вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (4 шт.) – для гасіння невеличких ділянок при відключеному електроустаткуванні та у виробничому і складському приміщенні передбачена мережа автоматичної пожежної сигналізації і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною. В приміщенні знаходяться два еваковихходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. засоби пожежогасіння повинні бути справні та розміщатися у легко доступних місцях.

варійний запас протигазів та спецодягу повинно зберігатися в установленому місті відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

Для стаціонарного пожежогасіння використовують порошкові вогнегасники САМ-9 кількістю 10 шт., кожний з яких накриває площу в 12 м². Автоматичне спрацювання відбувається при $t = 72^{\circ}\text{C}$ (через 5-10 хв. після початку горіння).

Відповідно до СНиП 2.09.02-85 число евакуаційних виходів з будівель не менш за 2. Евакуаційні виходи розташовані розосереджено. Ширина ділянок шляхів евакуації не менша 1 м, а дверей на шляху евакуації - не менше 0,8 м. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не більше 50 м.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 104
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

6. Рекомендації щодо монтажу та експлуатації установки

Монтаж обладнання на підприємствах, тобто устанавлення виробу чи його складових частин на місці застосування (місцем устанавлення під час монтажу може бути виріб, виробнича площа, тощо), провадиться під час будівництва нових об'єктів, а також під час реконструкції і ремонту діючих об'єктів.

Монтажні роботи виконуються спеціалізованими монтажними організаціями. На об'єкті працюють також інші спеціалізовані організації, які виконують будівельні, сантехнічні та електромонтажні роботи, роботи з монтажу контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації тощо.

Постачання установки та окремих її частин на монтажну дільницю замовника входить в його обов'язки. Приймання і передача установки здійснюється комісією за зовнішнім оглядом установки без демонтажу. В ході приймання установки перевіряють виконання виробником загального складання, обкатки, стендових та загальних випробувань; відповідність допусків та посадок згідно документації, яка нормується; комплект поставки (контрольно-вимірювальних приладів, пристроїв, спеціальних інструментів); відповідність обладнання до технічного креслення і технічним умовам на встановлення, відсутність наявних дефектів та пошкоджень, збереження захисних покриттів, пломб; наявність і повнота технічної документації. Після затвердження складається приймально-здавальний акт.

Установка входить в експлуатацію після складання та підписання акту з боку замовника, монтажної організації та виробника.

Вибір способу проведення монтажних робіт залежить від конструкції, маси та габаритів обладнання. Для монтажу даного обладнання рекомендується застосовувати самохідні крани або мостові якщо в приміщенні. Установка піднімається за монтажні пристрої і встановлюється на заздалегідь змонтовану раму, а саму раму встановлюють на рейковий шлях.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 105
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Вантажопідйомність крана на необхідному для монтажу вильоті крюка повинна бути не меншою за масу установки в цілому та окремих її частин.

Після встановлення, проводиться перевірка на наявність відхилень від проектних осей та відміток в горизонтальному та вертикальному напрямках, які не повинні перевищувати межі від -20 до $+20$ мм по головним осям установки.

При перевірці встановлення використовуються прилади лазерний рівень, підвіс, теодоліт.

При встановленні певних частин установки необхідно звернути увагу на місця відхилень від конструктивних відміток. Особливістю монтажних робіт є правильність монтажу, щоб роз'ємні з'єднання та з'єднання трубопроводів співпадали.

Після монтажних робіт слід перевірити правильність встановлення. Спочатку вони проводяться підготовчо-оглядові роботи, пов'язані з перевіркою стану всіх деталей та вузлів установки. У цьому випадку особлива увага повинна приділятися наявності конструкції пристроїв, з'єднувальних елементів, ущільнюючі елементи та інших деталі, що формують систему управління.

В ході випробувань виявляють дієвість та надійність установки.

Якщо в результаті випробувань виявляють не відповідність вимогам роботи установки, то її заносять в акт проведених випробувань на конкретний вузол, та виправляють за короткий час.

Правильна експлуатація забезпечується шляхом організації та введення обліку за наступними показниками:

1)годинна, змінна, добова, місячна та річна витрата енергоносіїв та продуктів;

2)питома витрата та економія енергії по нормованим видам продукції.

У випадку зупинки установки необхідно припинити подачу розчину, води, а потім відключити живлення. Вивантаження установки та її промивку проводити за інструкцією. При зупинці на тривалий термін установку необхідно обов'язково розвантажити.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 106
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

7. Рівень стандартизації та уніфікації

Стандартизація – встановлення і використання стандартів з метою упорядкування діяльності у визначеній області, економного використання ресурсів, дотримання вимог техніки безпеки, підвищення якості продукції і послуг.

Уніфікація – приведення продукції і засобів виробництва або їх елементів до однієї форми, розмірів, структури, складу. В техніці і будівництві – раціональніше зменшення типових розмірів (марок, форм і т.д.) машинобудівельних і будівельних об'єктів однакового функціонального призначення; найрозповсюдженіший і найефективніший метод стандартизації.

При конструюванні даної установки були використані такі стандартні вироби:

болти: М16 в кількості 32 штук;

М24 в кількості 20 штук;

виконані у відповідності з ГОСТ 7798-70;

шайби: 2.24.01.059 в кількості 20 штук;

16 в кількості 32 штук;

виконані у відповідності з ГОСТ 6402-70.

гайки: М16 в кількості 48 штук;

виконані у відповідності з ГОСТ 5915-70

шпильки: М24 в кількості 8 штук;

виконані у відповідності з ГОСТ 7798-70

пнеumoциліндри: 1422-100-0100 в кількості 1 штука;

виконані у відповідності з ГОСТ 15608-70

ланцюги: 2ПР-15,875-45,4; L=1500; в кількості 1 штука;

2ПР-15,875-45,4; L=2700; в кількості 1 штука;

звено: С-2ПР-15,875-4540; в кількості 2 штук;

виконані у відповідності з ГОСТ 13568-97

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Рівень стандартизації і уніфікації визначається за формулами:

$$K_c = \frac{n_c}{N} = \frac{1197}{1640} = 0,73$$

$$K_c = \frac{n_c + n_3}{N} = \frac{1197 + 120}{1640} = 0,8$$

де n_c - кількість стандартних деталей;

n_3 – кількість уніфікованих деталей;

N - загальна кількість деталей.

Рівень стандартизації дорівнює 73%, а рівень і уніфікації 80%.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

8. Розробка стартап-проекту

8.1. Опис ідеї проекту

Розділ зроблено за допомогою методик наведених в [31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39].

Початок ХХІ ст. ознаменувався значними досягненнями в будівельній галузі. Високі темпи будівництва вимагають розробки нових ефективних бетонів. До таких бетонів належить дисперсно-армований високоміцний фібробетон. Дисперсне армування дозволяє компенсувати головні недоліки бетону, а саме: низьку міцність на розтяг, ударна в'язкість та опір стиранню.

Фібробетон – це різновид цементного бетон, в якому досить рівномірно розподілені фібра або фіброволокна в якості армуючого матеріалу.

Таблиця 8. 1 – Опис ідеї стартап–проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Нова конструкція віброекструдера для формування плоских фібробетонних виробів (прямокутного поперечного перерізу)	Виготовлення фібробетонних виробів з кращими експлуатаційними характеристиками	Підвищення продуктивності проведення процесу
		Перемішування та формування неоднорідних сумішей з новим складом компонентів
		Вища якість продукції
	Застосування простішого віброекструзійного обладнання на українських підприємствах	Підвищення енергоефективності проведення процесу
		Зменшення витрат на придбання обладнання та його ремонту

На даний момент вже розроблена модернізація існуючого обладнання (модернізація віброекструдера для формування плоских фібробетонних виробів прямокутного поперечного перерізу). Ми гарантуємо ефективність нововведеної модернізації та її швидку окупність внаслідок збільшення енергоефективності, покращенні основних показників продукції, що виробляється тощо. Проект включає в себе створення технічної документації, креслень із застосуванням систем комп'ютерного проектування. Також проект передбачає допомогу в впровадженні інновацій, вирішення проблем, що виникають на виробництві, організацію процесу та забезпечення всіма необхідними довідковими матеріалами, налагодження нового обладнання, його автоматизацію, підготовку персоналу для роботи з ним та допомогу при виникненні проблем з впровадженими інноваціями в обладнанні.

Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів містить бункер з плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також напрямний пристрій, що встановлений всередині бункера. Направляючий пристрій у повздовжньому перерізі виконують у вигляді дельтоїда [2].

Проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

- визначено перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї. Основними характеристиками для порівняння є такі пункти: вартість обладнання (віброекструдери), витрата електроенергії, продуктивність, вихід бракованої продукції та орієнтація фібр у виробі;

- визначено попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку. Основними конкурентами в даний галузі є національний виробник будівельних матеріалів ТМ «Бетон від Ковальської», компанія, що спеціалізується на

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

виробництві та доставці товарного бетону «ХАУС-БЕТОН», продаж будівельних матеріалів «Стройкомфорт», виробник бетонних сумішей та залізобетонних виробів «ASTOR», Компанія «БЕТОН ЕНЕРГО», Компанія Промбудцентр, ТзОВ «Бетонбуд»;

– проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні); в) кращі значення (S, сильні), наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сто- рона)	N (нейт- ральна сторона)	S (сильн а сто- рона)
	Мій проект	Кон- курент 1	Кон- курент 2	Конку- рент 3			
Вартість вібро екструдера, грн	50000	75000	69000	100000	–	–	+
Витрата еле- ктроенергії, кВт/год	10	9,5	10	1	–	+	–
Продуктивність, кг/год	60	60	50	70	–	+	–
Вихід бра- кованої продукції, кг/год	1,2	3,4	5,2	2,2	–	–	+
Орієнтація фібр, град	18-30	20-35	25-30	20-30	–	–	+

Як можна побачити з таблиці 8.2. основною перевагою над конкурентами є гарантоване отримання більш високих результатів (вартість віброекструдера, вихід бракованої продукції та найголовніше орієнтація фібри) за короткий термін

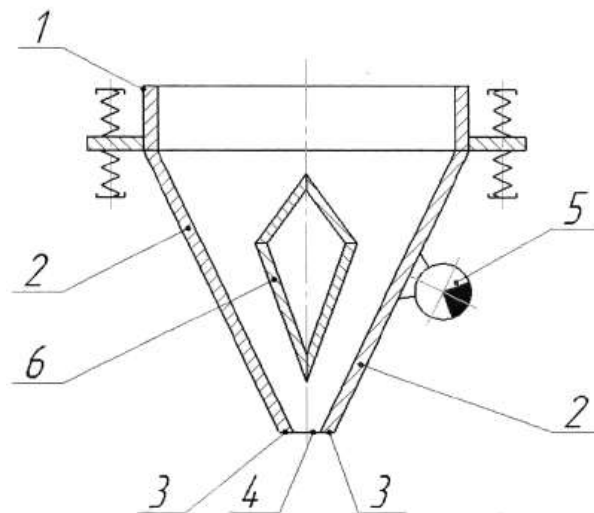
роботи модернізації. Проект працює за трьома основними критеріями роботи – надійність, ефективність та безпека вироблених виробів. Завдяки співпраці оновлене підприємство стане більш енергоефективним, підвищиться якість продукції, що виготовляється. Тобто підприємство стане більш конкурентоспроможним на ринку в Україні та світі. Також одним з основних напрямків діяльності проекту є: створення кращих робочих умов для працівників та їх безпеки при роботі, а також зниження забруднення навколишнього середовища підприємством.

8.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Фібробетони застосовують в збірних і монолітних конструкціях, що працюють на знакозмінні навантаження.

Розроблення стартап-проекту проводимо згідно методики [31].

Конструкцію змішувального елемента наведено на рисунку. 8.1.



1 – бункер; 2 – похилі плоскі стінки; 3 – нижні ділянки;
4 – роздавальне вікно; 5 – збуджував коливань; 6 – направляючий пристрій

Рисунок 8.1 – Конструкція віброекструдера

В межах даного підрозділу проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 112
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

1. За якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?

Елементи віброекструдера виготовляються на спеціальному металорізальному обладнанні та верстатах з ЧПУ, внаслідок необхідності обробки складних поверхонь. Даний робочий елемент віброекструдера повинен витримувати значні навантаження та знос. Для цього їх азотують та піддають гартуванню. Отримують із листової сталі.

2. Чи існують такі технології, чи їх потрібно створювати?

Дані технології існують. В розробці/добробці їх немає необхідності.

3. Чи доступні такі технології авторам проекту?

Так, дані технології доступні.

Таблиця 8.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	2	3	4
Інтенсифікація процесу віброекструзії бетонних виробів	Модернізована конструкція віброекструдера для виробництва фібробетонних виробів	На даний момент відомо багато конструкцій віброекстру-дерів, однак процес формування можна зробити ефективнішим за рахунок модернізованої вставки	Література для вивчення процесу віброекструзії представлена декількома авторами, для підвищення конкурентоспроможності потребує подальшого вивчення

Продовження таблиці 8.3

1	2	3	4
Підвищення енергоефективності	Додаткова модернізована віброекструдера, нова технологічна лінія виробництва фібробетонних виробів	Наявні, відомі конструкції модернізуються за рахунок різних вставок та лінії в цілому	На ринку представлено декількома основними виробниками віброекструзійного обладнання
Оптимізація та автоматизація процесу виробництва	Модернізована система автоматизації	Наявні, проводиться модернізація автоматизації процесу	Є доступними для купівлі, впровадження в виробничий процес
<p>Обрана технологія реалізації ідеї проекту:</p> <p>Нова конструкція віброекструдера, яка покращує орієнтацію фібр в суміші та в готовому виробі відповідно.</p>			

За результатами аналізу видно, що можливості технологічної реалізації проекту, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити – є можливим. Скористатися цією можливістю можна на фоні зростання обсягів будівництва, які потребують нових інноваційних матеріалів з відповідно покращеною якістю продукції.

8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначено ринкові можливості, які можна застосувати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть завадити реалізації проекту, дозволяють спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів–конкурентів.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Спочатку проведено аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 8.4).

Ринок виробництва фібробетонних виробів та ринок самого будівництва на пряму залежить від ринку виробництва цементу в Україні. Цей ринок знаходиться на етапі насичення та стабільності. Продукція нині є актуальною за рахунок постійних будівництв які відбуваються навколо нас, так як на приватному та державному секторах.

Динаміка ринку виробництва цементу представлена на графіку 8.1.



Графік 8.1 – Виробництво цементу в Україні

В Україні працюють наступні виробники бетону: національний виробник будівельних матеріалів ТМ «Бетон від Ковальської», компанія, що спеціалізується на виробництві та доставці товарного бетону «ХАУС-БЕТОН», продаж будівельних матеріалів «Стройкомфорт», виробник бетонних сумішей та залізобетонних виробів «ASTOR», Компанія «БЕТОН ЕНЕРГО», Компанія Промбудцентр, ТзОВ «Бетонбуд». Крім того, є невеликі підприємства–виробники

і заводи, які мають виробничі потужності, але через нестачу сировини не функціонують.

В таблиці 8.4 наведено попередні характеристики потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 8.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість основних гравців в Україні, од	4
Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	500
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Масштабність
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO для продукції, а саме вимоги до токсичності тощо.
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	67

За результатами аналізу таблиці робимо висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 8.5).

Проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому заважають (таблиці 8.6, 8.7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення цінності.

Фактори поділяються на внутрішньо маркетингове середовище та зовнішньо маркетингове середовище. До внутрішньо маркетингових факторів відносяться власний капітал стартап проекту, інтелектуальна ресурси, технологічні ресурси, матеріальні, місцезнаходження. До зовнішньо

маркетингового середовища стартап проекту відносяться природні, політико–правові, соціально–культурні, економічні, науково–технічні і демографічні середовища.

Таблиця 8.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в фібробетонних výroбах, потреба в підвищеній якості виробів з фібробетону	Компанії по виготовленні будівельних матеріалів, фібробетонних виробів тощо.	1) Відповідність продукції і виробництва клієнтів вимогам ДСТУ, ГОСТ, ISO 2) Доступна ціна в порівнянні з аналогами	- до продукції: якісна структура фібробетону (орієнтація фібри) та відповідність всім нормативам, щодо міцності, токсичності та інше; - до компанії-постачальника: якість фібробетонних виробів та обладнання надійність, сервісне обслуговування, постачання, швидкість, доступність.

Фактори загроз вносимо до таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	2	3
Політико-правові «Закон України про підприємницьку діяльність».	Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару Недостатня підтримка державою нових підприємців.	Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця. Зміна напрямків імпорту/експорту

Продовження таблиці 8.6

1	2	3
«Закони України про ліцензування певних видів господарської діяльності». Зсув стратегічного курсу країни з промислового сектору в агропромисловість Нестабільна конфліктна ситуація в Україні на Сході	Дорого вартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії. Зменшення кількості клієнтів в Україні, ситуація з конкуруючими матеріалами	Шукати клієнтів у агросекторі Шукати клієнтів закордоном Для українських клієнтів підкреслювати міцність, енергоефективність, інші особливості фібробетону
Природні: вплив температури повітря, вологості на структуру фібробетону.	Руйнування інфраструктури. Проведення досліджень на вплив температури і вологості на структуру фібробетону	Протидія стихійним явищам, Розробка більш морозостійких фібробетонних виробів
Економічні: інфляція, підвищення цін на сировину	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення/пониження ціни на продукт
Науково-технічні: Зміниться технологія виготовлення товару	Невідповідність технологій споживчих та послуг науково-технічному розвитку. «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Постійний пошук та моніторинг актуальних тенденцій в обраній та в суміжних сферах діяльності. Інноваційна діяльність.

Продовження таблиці 8.6

1	2	3
Демографічні: Зниження народжуваності та кількості населення.	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Пошук нових клієнтів для виробництва фібробетонну.
Соціально-культурні: «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Небажання споживачів купувати нове обладнання	Пропонувати споживачам замість купівлі нового обладнання модернізацію їх виробництва за допомогою наших послуг

Таблиця 8.7 – Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	2	3
Науково-технічні застарілі конструкції віброекструзійного обладнання Невідповідність продукції наших споживачів та наших послуг науково-технічному розвитку галузі, створення нових рецептур фібробетонних виробів	Поява нової технології виробництва фібробетонних виробів.	Розробка нового обладнання та конструкцій змішувальних елементів. Впровадження даної технології та декларування власної ціни на дану пропозицію.
Демографічні: Розвиток будівельної галузі	Збільшення населення, покращується попит на продукцію	Збільшення числа потенційних клієнтів в майбутньому.

Продовження таблиці 8.7

1	2	3
Економічні: низьке забезпечення сировиною в Україні для переробки з іншими компонентами композиції	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення/пониження ціни на продукт
Природні: вплив температури повітря, вологості на структуру фібробетонну.	Розробка більш морозостійких фібро бетонних виробів	Протидія стихійним явищам

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку, отримані дані заносимо до таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3
1. Тип конкуренції: олігополія	Невелика кількість конкуруючих фірм, при цьому хоча б одна або дві з них, виробляють значну долю продукції даної галузі	Пропозиція унікального продукту на ринку, який дозволить знизити високий бар'єр входу на ринок
2. За рівнем конкурентної боротьби: національний	Забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку	Пропозиція продукту з урахуванням вимог до наслідків його реалізації місцевих громад

Продовження таблиці 8.8

1	2	3
3. За галузевою ознакою: галузева	Конкуренція за більш вигідні умови виробництва, за розширення ринків збуту своїх товарів, за одержання найбільшого прибутку між конкурентами в одній галузі	Підвищення ефективності всієї галузі, її технічний рівень та конкурентоспроможність, удосконалення структури виробництва відповідно до нових потреб.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова	Зосередження конкурентоспроможності на якості товару	Постійний моніторинг ринку щодо появи продуктів(технологій) замінників
5. За характером конкурентних переваг: нецінова	Технічні переваги, впровадження нововведень, найефективніші методи збуту товару	Зосередження конкурентоспроможності на якості товару, наданні додаткових послуг та збільшення асортименту
6. За інтенсивністю: марочна	Репутація проекту, створення власного ім'я	Створення високого рівня ділової репутації, що сприятиме впізнаваності стартапу

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю 5 сил М. Портера. Згідно цієї моделі розглядаємо 5 основних сил, які необхідно врахувати перед виходом на ринок, опис наведено в таблиці 8.9.

Таблиця 8.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	ТМ «Бетон від Ковальської», ХАУС-БЕТОН, Стройкомфорт, ASTOR, тощо.	Конкурентом може стати підприємство, яке почне співпрацювати з технічними вузами.	Напрям по добутті сировини, (бажано купувати сировину в Українських виробників наприклад компанія «БЕТОН ЕНЕРГО» та ін.)	- не конкурентоспроможне обладнання; - високі ціни на товари; - не якісні послуги; - без інноваційності.	Інші матеріали (метал, деревина, кераміка та інші композиційні матеріали)
Висновки:	На даний момент більшість конкурентів не створює новий фібробетон та модернізації обладнання для їх переробки.	- Вхід на ринок можливий, внаслідок того, що промисловість потребує велику кількість конструктивних матеріалів, якими є фібробетон. - нових конкурентів не знайдено.	Час, ціна та якість сировини для переробки і поставки комплектуючих та його мінімальна вартість.	Клієнту завжди необхідно: Конкурентно спроможне обладнання за низькою ціною якісне та інноваційне	На даний момент бетон є найпоширенішими матеріалами тому замінники бетону в більшості галузей промисловості відсутні.

Згідно отриманого аналізу конкуренції визначено, що конкуренція на ринку, що важливим конкурентним рішенням є розвиток технології змішування полімерних композицій, шляхом модернізації та створення нового обладнання для їх переробки.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 8.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 8.2), вимог споживачів до товару (табл. 8.5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 8.6, 8.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

Згідно отриманих результатів основним параметром конкурентоспроможності є якість фібобетонну для виробництва виробів різного призначення, а саме підвищуючи його тріщиностійкість, деформативність, водонепроникність і морозостійкість.

Таблиця 8.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	2
Якість структури (експлуатаційні властивості полімерної композиції, якість змішування, формування та однорідність структури)	Якість змішування цементної суміші з фіброволокном формує якість виробів, які будуть виготовлятися, тому клієнти зацікавлені в отриманні якісного товару.
Асортимент послуг	Ми надаємо комплекс послуг по розробці виготовленню і монтажу а також постачаємо комплектуючі по низьким цінам.
Сервісне обслуговування	Акцент на подальшій співпраці з існуючим клієнтами.
Доступна ціна	Зменшення вартості надання товарів та послуг шляхом зниження енергозатрат на виробництво полімерних композицій.
Кількість бракованої продукції	Зменшення кількості виходу бракованого неякісного матеріалу за рахунок якісної орієнтації фібри
Універсальність обладнання	Універсальність застосування модернізованого обладнання (швидке переорієнтування на нові види фіброволокон)

Продовження таблиці 8.10

1	2
Асортимент продукції	Збільшений асортимент продукції
Можливість виходу на закордонний ринок	Інноваційність технології дозволяє впроваджувати ці технології не тільки на території України

За визначеними факторами конкурентоспроможності проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту.

Таблиця 5.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з проектом						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Якість структури	15			◇	△	□		
Асортимент послуг	8				△	◇	□	
Сервісне обслуговування	9				△, ◇			□
Доступна ціна	10			◇	□, △			
Кількість бракованої продукції	10	△	□					
Універсальність обладнання	15			◇	△	□		
Асортимент продукції	12					◇	△	□
Можливість виходу на закордонний ринок	11				△, ◇		□	

* □ – ТМ «Бетон від Ковальської»

△ – Стройкомфорт

◇ – ASTOR

Сильні сторони проекту: якість структури фібробетонну; асортимент послуг; сервісне обслуговування; доступна ціна; зменшення кількості виходу бракованого

неякісного матеріалу; універсальність застосування модернізованого обладнання (швидке переорієнтування на нові види фіброволокон); можливість виходу на закордонний ринок. Слабкі сторони проекту: невеликий асортимент продукції, що виготовляється, але це на початковому етапі розвитку.

Складаємо SWOT-аналіз (матриці аналізу сильних (Strength), слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 8.10), та вносимо результати до таблиці 8.12.

Таблиця 8.12 – SWOT - аналіз стартап -проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Новизна проекту; 2. Низька вартість впровадження проекту. 3. Більш високі характеристики якості структури фібробетону , виготовленого за допомогою нової модернізації (орієнтація фібри), порівняно з іншими традиційними матеріалами. 4. Зменшення кількості виходу бракованого неякісного матеріалу. 5. Універсальність застосування модернізованого обладнання (швидке переорієнтування на нові види фіброволокон). 6. Існуючі можливості для залучення до співпраці фахівців в інженерії. 7. Модернізація та проектування нового обладнання для переробки полімерних матеріалів.	1. Низька дохідність проекту. 2. Не відповідність проекту сучасним тенденціям в галузі. 3. Невеликий асортимент продукції, що виготовляється (початковий рівень). 4. Недостатній рівень фінансування.

Продовження таблиці 8.12

Можливості	Загрози
<p>1. Створення нових рецептур фібробетонних виробів.</p> <p>2. Залучення до співпраці фахівців в інженерії.</p> <p>3. Модернізація та проектування нового обладнання для виробництва фібробетонних виробів.</p> <p>4. Поява нової технології виробництва фібробетонних виробів.</p> <p>5. Зміна населення (ситуація на Донбасі)</p> <p>6. Підйом економіки</p> <p>7. Інтеграція</p>	<p>1. «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».</p> <p>2. Не відповідність проекту сучасним тенденціям в галузі.</p> <p>3. Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару.</p> <p>4. Недостатня підтримка державою нових підприємців. Дороговартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії.</p> <p>5. Руйнування інфраструктури.</p> <p>6. Невідповідність продукції та послуг науково-технічному розвитку</p> <p>7. Зміна населення (ситуація на Донбасі).</p> <p>8. Складність виходу на ринок.</p> <p>9. Низьке забезпечення сировиною в Україні для переробки з іншими компонентами композиції</p> <p>10. Складність знаходження організації, яка виконає модернізацію технологічної лінії виробництва фібробетонну.</p> <p>11. Низька конкурентоспроможність на ринку.</p> <p>12. Недостатня кількість сировинної бази в Україні та необхідність купівлі імпортової полімерної сировини.</p> <p>13. Збільшенні конкурентоспроможності споживачів підприємств будівельної промисловості.</p>

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний період їх ринкового виконання з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуємо з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, отримані дані вносимо до таблиці 8.13.

Таблиця 8.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Використання фібробетону для виробництва товарів для будівельної промисловості	Достатньо високий	10 місяців
Виробництво плоских фібробетонних виробів	Достатня	1 рік
Виробництво фібробетонних плит	Достатня	1 рік

Після аналізу зазначити обрану альтернативу виробництва фібробетону для будівельної промисловості.

На даний момент будівельна промисловість отримує найбільшу кількість інвестицій з закордону та України, тому розробка альтернативного проекту в даній галузі є актуальним. В будівельній промисловості необхідна велика кількість матеріалів, для виготовлення несучих конструкцій. Прикладом є фібробетонні плити і колони. Після аналізу обираємо альтернативу диференціації, що передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмітних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів.

8.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першочергово передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (таблиця 8.14). Розроблення ринкової стратегії проекту проводимо згідно методикою наведеною в [31].

Таблиця 8.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Будівельні компанії, харчова та хімічна, сільськогосподарська, приладобудівна промисловості	Зазнаватиметься готовністю підприємств піти на додаткові витрати пов'язані з впровадженням імплементації результатів наукових досліджень в господарській діяльності	Залежить від рівня та темпу розвитку економіки країни, насамперед від галузей-споживачів, а також рівня характеру конкурентів з боку держави	Низька	Високі бар'єри входу на ринок

Обрано наступні цільові групи: підприємства будівельної, промисловості різних форм власності.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) обираємо будівельну промисловість і використовуємо стратегію концентрованого маркетингу.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку, яка наведена в таблиці 8.15.

Таблиця 8.15 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Використання фібробетону для виробництва товарів для будівельної промисловості	Концентрований маркетинг.	Наслідкування дій лідера, захисні дії	Диференціації
Виробництво фібробетонних плит	Диференційований маркетинг	Захисні дії, наслідкування лідера	Лідерство по витратах

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 8.16).

Таблиця 8.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки для виробництва фібробетонних плит

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
Ні	Передбачається розвиток ринку	Ні, не буде. Буде утворено унікальну продукцію	Наслідкування лідера

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (таблиця 8.15) та стратегії конкурентної поведінки розробляється стратегія позиціонування (таблиця 8.16), що полягає у формуванні

ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 8.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
<p>1. до продукції: більш якісне орієнтування фібр, структура фібробетонну, склад та однорідність, наявність дефектів, міцність</p> <p>1. до компанії-постачальника: більш якісне орієнтування фібр постачання, швидкість, доступність</p>	Диференційований маркетинг	Буде утворено унікальну продукцію	Виробництво асортименту, для кожного клієнта

8.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 8.18 підсумовуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Нові конструктивні матеріали.	Нові експлуатаційні властивості отриманих композицій	більш якісне орієнтування фібр, структура фібробетону, ціна, підтримання потрібних характеристик
Зменшення виходу бракованого матеріалу	Збільшення продуктивності та підвищення орієнтації фібр в продукті	Інноваційна конструкція віброекструдера
Зниження енергозатрат на виробництво (проведення процесу змішування цементної суміші з фіброволокнами).	Зменшення ціни продукту	Інноваційна конструкція віброекструдера

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (таблиця 8.19). Орієнтовний перелік можливих характеристик товару наведено у методиці [31].

До основних техніко-економічних характеристик товару відносяться:

- Економічні – вартість обслуговування, експлуатації, утилізації, витратних матеріалів, ремонту, знижки;
- Призначення (технічні) – показники, що визначають головний напрямок використання товару та можливу сферу його застосування: класифікаційні показники, складу і структури, технічної досконалості;
- Надійності – здатність товару безвідмовно функціонувати: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність;
- Технологічні – можливість оптимізації витрат матеріалів, праці, коштів, часу під час технологічної підготовки виробництва, виготовлення та використання товару;
- Ергономічні – показники ступеню адаптованості технічних та конструктивних рішень виробу до біологічних властивостей людини та середовища використання товару: гігієнічні, антропометричні, фізіологічні та психологічні;
- Органолептичні – визначають властивості товару, які людина може визначити за допомогою своїх органів чуття;
- Естетичні – оцінюють зовнішній вигляд товару;
- Транспортабельності – визначають пристосованість продукції до транспортування, підготовчих, початкових і кінцевих операцій перевезення;
- Екологічності – характеризують рівень негативного впливу на довкілля;
- Безпеки – безпечності та нешкідливості споживання товару.

Формулюємо три рівні товару: товар за задумом, товар у реальному виконанні та товар із підкріпленням. Далі розглядаємо техніко-економічні характеристики кожного рівню товару, отримані дані вносимо до таблиці 8.18.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Таблиця 8.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє товар (згідно концепції), її основної функціональної вигоди:		
	Вирішення проблем пов'язаних з виробництвом (випуск бракованої продукції, низька надійність обладнання тощо).		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.Економічності: Зниження затрат на ремонт, зменшення бракованих виробів та зменшення простоїв виробництва. 2.Технічні 3. Економічності: зниження затрат на ремонт, зменшення бракованих виробів та зменшення простоїв виробництва; 4. Ергономічність: доступ до всіх елементів конструкції; 5. Безпека: відповідність нормативам; 6. Екологічність: вміст шкідливих домішок нижче допустимих.	+/+	-/+ /+/-/-
	Якість: стандарти, нормативи, параметри тестування міжнародні та вітчизняні стандарти ДСТУ, ISO, DIN та інші.		
	Пакування– відсутнє		
	Марка: назва організації-розробника + назва товару		
III. Товар із підкріпленням	До продажу : Роз'яснення клієнтові питань з технологією переробки		
	Після продажу: Гарантія якості продукції		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Використання власних запатентованих розробок та методів оптимізації, консультування та шляхів розв'язку проблеми.			

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від плагіату. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститутути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (таблиця 8.20). Аналіз проводиться експертним методом [31].

Таблиця 8.20– Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
500-5000 грн.	1000-50000 грн – ціни невисокі	Підприємства великі, середні та малі(цехи)	1000-12000 грн/1 консультація, в онлайні безкоштовно.
Сама модернізація робиться коштом підприємства (клієнта) оплата йде тільки за обсяги роботи.	Розробка нового обладнання	Дивлячись від розміру підприємства (клієнта) та обсягів виконання	Верхня: 30000 грн Нижня: 3000 грн

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 8.21):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 8.21 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Закупівля оптом	Якість товару, потрібні характеристики швидкість перевезення до клієнта	Нульового рівня - виробник сам продає товар кінцевому споживачеві, прямі канали розподілу	Через інтернет
В роздріб	Швидкість перевезення на точку збуту	Дворівневий - між виробником і покупцем послідовно існують оптови і роздрібний продавці	Через інтернет та безпосередньо на місці проведення продажу
Консультації при виникненні питань та пропозицій	Виконання роботи та складання	Однорівневий	Через інтернет по телефону, відеоконференціях та на місці

Система збуту товарів - ключова ланка комерційної діяльності й свого роду фінішний комплекс у всій діяльності фірми по створенню, виробництву й доведенню товару до споживача. Власне, саме тут споживач або визнає, або не

визнає всі зусилля підприємства корисними і потрібними для себе і, відповідно, купує або не купує її продукцію і послуги.

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 8.22).

Таблиця 8.22 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Розв'язок проблем в діяльності	Інтернет та соціальні мережі	Запевнення в швидкості та якості, створення партнерських стосунків з клієнтом.	Запевнити в швидкому розв'язку та відповідей на всі питання, що турбують.	«Довговічність і надійність»
Пошук варіантів розвитку клієнта (покращення параметрів, зменшення затрат тощо).	Інтернет та соціальні мережі, реклама	Надання всієї інформації про Нас, надання гарантій та картки клієнта з подальшим сервісом.	Показати перелік наших послуг та надати інформацію для звернення.	«Все краще для вас»
Бажання здійснити вигідну покупку, що буде актуальною тривалий час.	Інтернет та соціальні мережі, відеочати, реклама виставки та друкована продукція	Надання всієї інформації та гарантія на покупку.	Показати перелік наших послуг та надати інформацію для звернення.	«Краще не знайдете»

Результатом останнього пункту має стати ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

8.6. Висновки

В процесі розробки стартап проекту було розроблено висновки, що можлива ринкова комерціалізація проекту. На користь цього свідчить наявність попиту, що виражена потребою.

У проведеному аналізі було визначено стратегії збуту послуг, та вплив основних факторів на попит послуг, які надаються нашим проектом. Та згідно отриманих даних у нашого проекту є:

- можливість ринкової комерціалізації проекту, оскільки надані послуги наявний попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку;
- перспективи впровадження для потенційних груп клієнтів, таких як малі, середні підприємства, що займаються переробкою полімерних матеріалів та суміжні підприємства;
- для ринкової реалізації проекту альтернативою впровадження доцільно обрати створення наукових семінарів та брати участь на виставках в даній сфері.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						137
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

Висновки

У магістерській дисертації за освітньо-професійною програмою магістерської підготовки на тему ” Модернізація віброекструзійного обладнання формування фібробетонних виробів з розробкою віброекструдера формуючого і віброекструдера, що змішує ” було модернізовано формуючий віброекструдер віброекструзійної установки. Модернізація полягає в установці направляючого пристрою у вигляді дельтоїда, що забезпечує переважно повздовжнє орієнтування фібр в плоскому виробі при його формуванні за рахунок направленої зсувної руху фібробетонної суміші поблизу нижньої частини направляючого пристрою, а отже і більш ефективне використання армуючих властивостей фібр.

Описано технологічну схему, проведено вибір типів апаратів, описано їх конструкцію, виконано порівняння з аналогами та патентну проробку. Виконано розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції установки.

Виконано багатоваріантний розрахунок орієнтації фібри формуючого віброекструдера в залежності від ширини каналу, що забезпечує найбільшу орієнтацію фібри при оптимальному розміщенні направляючого пристрою, проведено розрахунки на міцність.

Перевірили конструкції віброекструдерів, що відповідають вимогам безпеки праці та промислової санітарії.

Розроблено стартап-проект запропонованої модернізації.

Розроблено систему автоматичного керування та регулювання параметрів віброекструзійної установки.

Розроблено технологічний процес виготовлення зірочки для транспортера, спроектовано пристрій для свердління отворів.

Виконано 8 креслень та два плакати формату А1.

За результатами дисертаційної роботи отримано один деклараційний патент України на корисну модель, результати опрелюднено три на

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						138
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

міжнародних та всеукраїнських конференціях, та опубліковано статтю у фаховому журналі.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Выводы

В магистерской диссертации по образовательно-профессиональной программе магистерской подготовки на тему " Модернизация виброекструзийного оборудования формирования фибробетонных изделий с разработкой виброекструдера формирующего и виброекструдера, что смешивает " был модернизирован формирующий виброекструдер виброекструзийной установки. Модернизация заключается в установке направляющего устройства в виде дельтоида, что обеспечивает преимущественно продольное ориентирования фибр в плоском изделии при его формировании за счет направленного сдвига движения фибробетонных смеси вблизи нижней части направляющего устройства, а следовательно и более эффективное использование армирующих свойств фибр.

Сделано описание технологической схемы, проведен выбор типов аппаратов, описаны их конструкции, выполнено сравнение с аналогами и патентную проработку. Выполнены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции установки.

Выполнен многовариантный расчет ориентации фибры формирующего виброекструдера в зависимости от ширины канала, обеспечивает наибольшую ориентацию фибры при оптимальном размещении направляющего устройства, проведены расчеты на прочность.

Проверили конструкции виброекструдерив, отвечающих требованиям безопасности труда и промышленной санитарии.

Разработан стартап-проект внедрения предложенной модернизации.

Разработана система автоматического управления и регулирования параметров виброекструзийной установки.

Разработан технологический процесс изготовления звездочки для транспортера, спроектировано устройство для сверления отверстий.

Выполнено 8 чертежей и два плаката формата А1.

По результатам диссертационной работы получено один декларационный

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 140
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

патент Украины на полезную модель, результаты опрелюднено на трех международных и всеукраинских конференциях и опубликована статья в профессиональном журнале.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						141
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Conclusion

In the Master's thesis on the theme " Modernization of vibro-extrusion equipment for the formation of fiber-concrete products with the development of forming vibro-extruder and mixing vibro-extruder" the molding vibration extruder vibration extrusion plant was modernized. Modernization consists in installing a guide device as a form of a deltoid, which provides mainly longitudinal orientation of the fibers in a flat product during its formation due to the directed shifting of the fibro concrete mixture near the bottom of the guide device, and hence more effective use of reinforcing properties of fibers.

The technological scheme is described, the choice of devices is carried out, their design is described, and it was made the comparisons with counterparts and patent development. The calculations confirming the efficiency and reliability of the design of the installation have been made.

The multivariate calculation of the orientation of the fibers forming the vibration exciter depending on the width of the channel, which provides the greatest orientation of the fiber at optimal placement of the guide device, has been made calculations for durability.

The designs of the vibro-extruders that meet the requirements of safety and industrial sanitation are checked.

A startup project has been developed to implement the proposed upgrade.

The system of automatic control of the and parameters of the vibro-extrusion installation has been developed.

A technological process for the production of the asterisk for a conveyor was developed; a device for boring holes was designed.

8 drawings and two posters of A1 format are executed.

Based on the findings of the Master's thesis, 1 Declarative patent of Ukraine has been obtained on a useful model, the results have been present at 3 international conferences, and the article in the professional journal has been published.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						142
Змн.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

Перелік посилань

1. І. А. Андреев, «Процес віброекструзії фібробетону» // Відповідальний редактор Я. М. Корнієнко, д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»– Київ НТУУ «КПІ» : К.: 2016. – 194с.

2. Віброекструдер формування плоских фібробетонних виробів / Пат. №123183 України. МПК (2017.01) B28B 13/00. Андреев І. А., Гайдін Є. М.; заявники Андреев І. А., Гайдін Є. М.; № u 201709867; заявл. 12.10.2017; опубл. 12.02.2018, Бюл. №3.

3. ГОСТ 380-2005.

4. ГОСТ 1050-88.

5. ГОСТ 137730-86.

6. Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів/ Патент №98351 (UA), МПК B28B 13/00 (2015.01). І. А. Андреев, Я. М. Мартиненко (UA); – Заявка

7. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних плит / Патент №114555 (UA), МПК B28B 13/02 (2006.01), B28B 1/52 (2006.01), B28B 1/08 (2006.01). І. А. Андреев, В. О. Ящук (UA); – Заявка № u201609803, 23.09.2016; Опубл.10.03.2017 Бюл. №5.

8. Віброекструдер для змішування і формування фібробетонних виробів круглого поперечного / Патент №117264 (UA), МПК(2017.01) B28B 13/00. І. А. Андреев, Т. М. Пригорницький (UA); – Заявка № u201613025, 20.12.2016; Опубл.26.06.2017 Бюл. № 12. Structurally integral heat exchanger within a plastic housing / Halton Hills, Third Line(CA); №132761A1, Publcate date 10.08.2017

9. Установа для формування виробів з бетонних сумішей /Патент №111990 (UA), МПК B28B 13/00 (2016.01). В. С. Ловейкін, К. І. Почка (UA), Національний університет біоресурсів і природокористування України (UA);– Заявка № u201606555, 15.06.2017; Опубл.25.11.2017 Бюл. №22.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						143
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

10. Противоточный пневмосмеситель для производства дисперсно-армированных смесей / Патент №169754 (RU), МПК В28F 5/00 (2006.01), В28F 7/04 (2006.01), В28F 13/02 (2006.01). В. А. Уваров, Т. Н. Орехова, Е. А. Шкарпеткин, С. В. Ключев, А. В. Дураченко (RU). Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова" (RU); – Заявка № u2016131844, 02.08.2016; Оpubл. 31.01.2017, Бюл. №10.

11. Method and device for producing hydraulically bound bulding materials/ Патент № WO2018/112561 A1 (UA), Int.CI В28В 13/00 (2006.01), В28В 17/00 (2006.01), В28С 5/00 (2006.01), В28С 7/00 (2006.01). Naydenov Nikolay Lyubomirov (GB). INSOMAT LLC (US); – Заявка № GB2016/000028, 20.12.2016, Оpubл. 28.6.2018.

12. Method and apparatus for casting prefabricated concrete products/ Патент № EP3323577 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 23/00 (2006.01), В28В 23/18 (2006.01), В28В 3/22 (2006.01), В28В 23/02 (2006.01),. L. Jarvinen (FI); – Заявка № 17200720.5, 09.11.2017, Оpubл. 23.05.2018 Bulletin 2018/21.

13. Mixer, system for applyng a building material and method for producing a structure from building material/ Патент № WO2017/149040 A1, Int.CI В01F 7/04 (2006.01), В28С 5/12 (2006.01), В01F 15/02 (2006.01). P. Kunh, A. Bruhwiler, A. Bourquin, D. Lootens, L. Oblak (CH). SIKA TECHNOLOGY AG [CH]; – Заявка № EP2017/054824, 01.03.2018, Оpubл. 08.09.2017.

14. Vacuum vibration press for forming engineered composite stone slabs/ Патент № WO2017/028736 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 3/02 (2006.01), В28В 11/10 (2006.01), В28В 13/00 (2006.01). BANUS, Christopher, T. (US); – Заявка № US2015/051817, 22.08.2016, Оpubл. 28.02.2017.

15. Production plant for forming engineered composite stone slabs/ Патент № WO2017/010984 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 3/02 (2006.01), В28В 11/10 (2006.01), В28В 13/00 (2006.01). BANUS, Christopher, T. (US); – Заявка № US2015/040154, 13.07.2015, Оpubл. 19.01.2017.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 144
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

16. Андреев И.А., Коротун В.И. Расчет процесса смешения при виброэкструзии фибробетона / Киев. политехн. ин-т. – Киев, 1996.-10 с.- Деп. в УкрНИИНТИ 25.01.96, № 369-Ук96.

17. Андреев І.А. Процес віброекструзійного змішування/ І.А. Андреев, Ю.Ю. Лукач// Деп. в УкрНДІНТІ, № 1865-Ук86, 1986 – 12.

18. Розрахунок процесу змішування фібробетонної суміші в удосконаленому віброекструдері / Гайдін Є. М., Андреев І. А. // Збірник тез доповідей XV міжнародної науково–практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – 2018. – с. 22-23.

19. Павленко В.И., Арончик В.Б. Свойства фибробетона и перспективы его применения: Аналитический обзор. - Рига: ЛатНИИНТИ,1978.-56 с.

20. Процесс смешения при виброэкструзии фибробетона / И.А. Андреев, Ю.Е. Лукач, П.Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1989. – Вып. 49. – С. 34-37.

21. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Лашинский А. А. Толчинский А. Р., - Л., «Машиностроение», 1970., - 752 стр.

22. ГОСТ 2590-2006.

23. ГОСТ 13773-86.

24. ГОСТ 13765-86 - Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения.

25. Дьяченко С.К., Столбовой С.З. Расчет и проектирование деталей машин. – Киев: Техніка, 1968. – 456 с.

26. Лишанский Б.А., Михайлов Н.В. Определение реологических свойств бетонных смесей при вибрационных воздействиях // Теория формирования бетона. - М.: НИИЖБ, 1969.- с. 164- 171.

27. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Высш.шк., 1991. – 432 с.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 145
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

28. Дьяченко С.К., Столбовой С.З. Расчет и проектирование деталей машин. – Киев: Техніка, 1968. – 456 с.

29. Методические указания к выполнению раздела “Охрана труда и окружающей среды” в дипломном проектировании для студентов химико–машиностроительных специальностей. Составители: И. А. Фоменко, И.Н. Ковтун, Киев: КПИ, 1990. – 24 с.

30. Кодекс законів про працю України (КЗпПУ), редакція кодексу від 25.07.2018.

31. Розроблення стартап-проекту : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. –Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

32. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти / наук. керівник проекту акад. НАН України М. З. Згуровський // Міжнародна рада з науки (ICSU); Комітет із системного аналізу при Президії НАН України; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; Інститут прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. — Київ : НТУУ «КПІ», 2015. — 136 с. ISBN 978-966-622-716-7.

33. Yudina N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // Marketing and Management of innovations. – 3’2017. – P.245-256.-DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.

34. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>.

35. Юдина Н. В. Антикризисные маркетинговые инструменты инновационного развития предприятий / Н.В. Юдина // Маркетинг и финансы. – 2014. – Т. 1. – С. 60– 72.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						146
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

36. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступу : http://futurollog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml.

37. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступу : http://futurollog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml.

38. Юдіна Н. В. «Дорожня карта» підприємства у контексті футурології техногенної економіки. Традиції і інновації. [Електронний ресурс] / Н. В. Юдіна // Інновації та фундаментальні науки в умовах техногенної економіки : зб. матеріалів міждисциплінар. наук.-практ. конф., Київ, 25 листоп. 2016 р. / [уклад. Л. І. Юдіна]. – К., 2016. – Режим доступу : <http://futurollog.com.ua/publish/2/Zbirnyk.pdf#page=6>.

39. Юдіна Н.В. Міждисциплінарні платформи стартап-проектів [Електронний ресурс] // Міждисциплінарні дискусії : Матеріали науково-теоретичного семінару «Міждисциплінарні дослідження: теоретико-методологічні виміри», 5 грудня 2017 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Інститут міжнародних відносин Навчально-науковий центр «Синтез». – 2017. – С. 20-24. - Режим доступу [http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf).

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 147
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Додаток А

Технологічний процес виготовлення зірочки для транспортера

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						148
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Зміст

Вступ.....	
А.1 Вибір і обґрунтування вибору заготовки.....	
А.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	
А.2.1 Розрахунок припусків на обробку аналітичним методом отвору $\varnothing 24^{+0,033}$ мм	
А.2.2 Розрахунок припусків на обробку аналітичним методом отвору $\varnothing 10,26^{+0,01}$ мм	
А.2.3 Розрахунок режимів різання при розточуванні отвору $\varnothing 24$ мм.....	
А.2.4 Розрахунок режимів різання при розточуванні отвору $\varnothing 10,26$ мм	
А.2.5 Розрахунок норми часу на свердління отворів $\varnothing 10,26$ мм.....	
А.3 Опис конструкції та розрахунок пристрою для свердління.....	
А.3.1 Розрахунок величини затискного зусилля.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гайдін Є. М.			Технологічний процес виготовлення зірочки для транспортера	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Двойнос Я.Г.					1/149	24
Реценз.						КПІ ім. І.Сікорського, ІХФ, МАХНВ		
Н. контр.								
Утв.								

Вступ

Метою розділу дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – зірочка і проектування оснастки (пристрою) для одної з операцій виготовлення деталі, а саме для свердління.

Деталь – зірочка для транспортера, знаходиться у вузлі транспортера, вона встановлюється на вал та використовується для передачі обертового моменту. Зірочка конструктивно має вигляд кільця з отвором та форму тіла обертання з виступами, всі поверхні доступні для робочого інструменту, тобто з точки зору технологічності він не складний у виготовленні та для виробничого контролю.

В процесі виконання роботи вирішуються наступні завдання:

розробка технології виготовлення зірочки, в яку входить вибір методу отримання заготовки і розрахунок припусків;

вибір устаткування і інструментів для кожної операції;

розрахунок режимів та сил різання;

розрахунок норм часу.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						150
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

А.1 Вибір і обґрунтування вибору заготовки

Зірочка виготовлена з матеріалу – сталь 40 [8].

Хімічний склад сталі 40:

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	Cu, %	As, %	Fe, %
0,37 - 0,45	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,035	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08	~97

Механічні характеристики:

- границя міцності $\sigma_s = 570$ МПа ;
- границя текучості $\sigma_m = 335$ МПа ;
- твердість по Бринелю: 250 НВ;
- відносне звуження: $\psi = 45$ % ;
- відносне подовження $\delta = 19$ % .

Відповідно до технічних вимог, які наведено на кресленні, заготовку вала перед механічною обробкою необхідно покрити кремовою емаллю ЕМНЦ-246.

Знаючи матеріал деталі і вимоги креслення, використовуємо для отримання заготовки метод прокату.

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції зірочки робимо висновок, що найбільш доцільно використовувати заготовку з круглого прокату.

В машинобудуванні застосовується прокат різних форм та розмірів. Широко використовується прокат гарячекатаний звичайної точності , маючий форму поперечного перерізу у вигляді круга, квадрату, шестигранника, полоси, кутового, таврового та інших перерізів. Вітчизняна промисловість випускає круглий прокат прокат діаметром від 5 до 250 мм, квадратного перерізу зі

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ				Арк.
									151
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат					

стороною квадрату від 8 до 250 мм, шестигранний прокат з розміром під ключ від 3 до 100 мм, товстостінні безшовні труби діаметром від 25 до 820 мм та інше.

В хімічному машинобудуванні заготовки з прокату зазвичай самі розповсюджені та дешеві. Із прокату також відрізають заготовки для штамповки.

Промисловість випускає и холоднотянутий прокат круглого, квадратного, шестигранного та інших перерізів. Так як холоднотянутий метал значно точніший та якісний гарячекатаного, тому заготовки із нього потребують меншої механічної обробки і виявляються більш економічними в серійному і багатосерійному виробництві.

В якості заготовок широко застосовується безшовні товстостінні труби, тонколистова сталь та дрід.

Ескіз заготовки для зірочки показано на рисунку А.1.

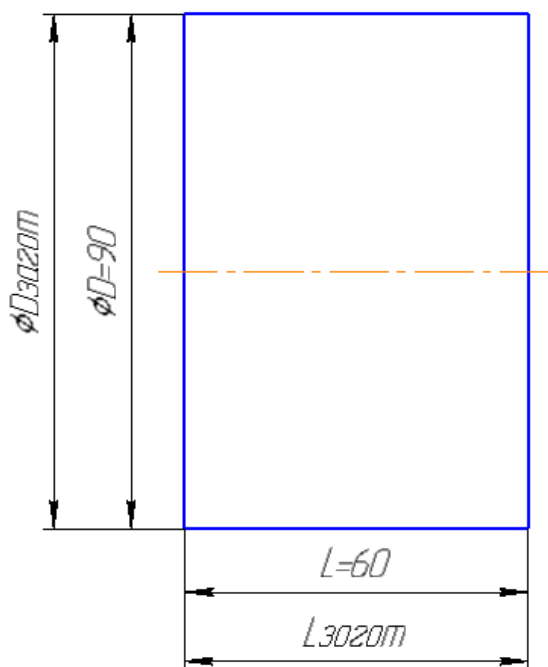


Рисунок А.1–Ескіз заготовки

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						152
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

А.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Операція 005. Токарна з ЧПУ

Чорнове та чистове точіння діаметрів $\varnothing 57.05 \times 14.44$, $\varnothing 86.04 \times 8.97$, $\varnothing 57.05 \times 7.63$, $\varnothing 86.04 \times 8.97$ (з права на ліво).

Бази: установча – поверхня $\varnothing 90$ мм.

Опорна – торець $\varnothing 90$ мм.

Модель станка: токарний напівавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).

Пристосування: патрон трьохкулачковий самоцентрувальний з пневмоприводом.

Операція 010. Токарна з ЧПУ

Попереднє свердління центрального отвору $\varnothing 10 \times 40$ та його розточування $\varnothing 24 \text{H}8 \times 40$

Бази: установча $\varnothing 90$ мм.

опорна база – торець $\varnothing 90$.

Модель верстата: токарний напівавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).

Пристосування: патрон трьохкулачковий самоцентрувальний з пневмоприводом.

Операція 015. Токарна з ЧПУ

Відрізування заготовки з послідуочим зняттям фасок $2,5 \times 45^\circ$ зовнішня та $1,6 \times 45^\circ$ внутрішня з боку площини $\varnothing 57.05$ мм.

Бази: установча $\varnothing 90$ мм.

опорна база – торець $\varnothing 90$.

Модель верстата: токарний напівавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						153
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

Пристосування: патрон трьохкулачковий самоцентрувальний з пневмоприводом.

Операція 020. Протягувальна

Протягування шпоночного пазу 8-Н9.

Бази: установча $\varnothing 86.04$ мм.

опорна база – торець $\varnothing 86.04$.

Модель верстата: горизонтально-протягувальний верстат моделі 7Б56.

Пристосування: спеціальний затискний пристрій з пневмоприводом.

Операція 025. Свердлильна з ЧПУ.

Свердлити 15 отворів $\varnothing 10.26$ мм

Бази: установча $\varnothing 86.04$ мм.

опорна база – торець $\varnothing 86.04$.

Обладнання: вертикально – свердлильний з ЧПУ; модель – Р135Ф2

Пристосування: спеціальне з механічним затискачем, накладний кондуктор для свердління 15 отворів.

Операція 025. Фрезерна з ЧПУ.

Фрезерування радіусу сполучення, радіусу головки зуба та кута сполучення.

Бази: установча $\varnothing 57.05$ мм.

опорна база – торець $\varnothing 57.05$.

Обладнання: вертикально – свердлильний з ЧПУ; модель – Р135Ф2

Пристосування: спеціальне з пневмо затискачем, поворотний кондуктор.

Операція 030. Токарна з ЧПУ

Точіння радіусів заокруглення зубів (найменші).

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						154
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Бази: установка $\varnothing 57.05$ мм.

опорная база – торцевой $\varnothing 57.05$.

Модель верстака: токарный полуавтомат с ЧПУ (1П756ДФ321).

Приспособления: патрон трехкулачковый самоцентрирующий 3 пневмоприводом.

А.2.1 Расчет припусков на обработку аналитическим методом отверстия $\varnothing 24^{+0,033}$ мм

Двухсторонний минимальный припуск на обработку в общем случае:

$$2z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right],$$

где $R_{z_{i-1}}$ – высота неровностей профиля на предыдущем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предыдущем переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарные отклонения размещения поверхности на переходе;

ε_i – погрешность восстановления заготовки на выполняемом переходе.

Минимальный припуск для чистового сверления отверстия составляет:

$$2z_{2\min} = 2 \left[(R_z + h)_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} \right] = 2(500 + \sqrt{1000^2 + 500^2}) = 3236 \text{ мкм.}$$

Суммарные отклонения для заготовки:

$$\Delta_1 = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{екс}}^2 + \Delta_{\text{П}}^2} = \sqrt{23,32^2 + 1000^2 + 28^2} = 1000 \text{ мкм.}$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – коробления поверхности отверстия заготовки;

$\Delta_{\text{екс}} = 1000$ мкм – отклонения от концентричности отверстия;

$\Delta_{\text{П}}$ – отклонения от перпендикулярности.

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_K \cdot e)^2 + (\Delta_K \cdot D)^2} = \Delta_K \cdot \sqrt{l^2 + D^2} = 0,5 \cdot \sqrt{40^2 + 24^2} = 23,32 \text{ мкм,}$$

где $l = 40$ мм – длина отверстия согласно чертежу;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						155
Змн.	Авк.	№ докум.	Подпись	Дат		

$D = 24$ мм – діаметр отвору згідно з кресленням;

$\Delta_K = 0,5 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$ – питома кривизна.

Відхилення від перпендикулярності визначається за формулою:

$$\Delta_{II} = \Delta_H \cdot l = 0,7 \cdot 40 = 28 \text{ мкм},$$

де $\Delta_H = 0,7 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$ – питома відхилення.

Мінімальний припуск на чистове розточування:

$$2Z_{3\min} = 2 \left[(R_z + h)_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} \right] = 2 \cdot (63 + 60 + \sqrt{60^2}) = 366 \text{ мкм},$$

Відхилення після чорнового свердління:

$$\Delta_2 = K_y \cdot \Delta_1 = 0,06 \cdot 1000 = 60 \text{ мкм},$$

де $K_y = 0,06$ – поправочний коефіцієнт згідно з [2].

Відхилення після чистового розточування:

$$\Delta_3 = K_y \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 1000 = 40 \text{ мкм},$$

де $K_y = 0,04$ – поправочний коефіцієнт згідно з [2].

Висота нерівностей профілю після чорнового свердління приймається згідно з [2] і дорівнює: $R_{z_2} = 63$ мкм.

Найбільший граничний розмір після чистової обробки:

$$D_{3\max} = D_{\text{ном}} + ES = 24 + 0,033 = 24,033 \text{ мм}.$$

Найбільший граничний розмір після чорної обробки:

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2Z_{3\min} = 24,033 - 0,366 = 23,667 \text{ мкм}.$$

Найбільш граничний розмір заготовки:

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2Z_{2\min} = 23,667 - 3,236 = 20,431 \text{ мкм}.$$

Допуски на розмір отвору по мірі його механічної обробки [2]:

- для заготовки (І клас точності) $T_{D_1} = 1300 \text{ мкм} = 1,3 \text{ мм}$;

- після чорної обробки (14 квалітет) $T_{D_2} = 210 \text{ мкм} = 0,21 \text{ мм}$;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						156
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- після чистової обробки (12 квалітет) $T_{D_3} = 33 \text{ мкм} = 0,033 \text{ мм}$;

Найменший граничний розмір після чистової обробки:

$$D_{3\min} = D_{3\max} - T_{D_3} = 24,033 - 0,033 = 24 \text{ мм.}$$

Найменший граничний розмір після чорнової обробки:

$$D_{2\min} = D_{2\max} - T_{D_2} = 23,667 - 0,21 = 23,457 \text{ мм.}$$

Найменший граничний розмір заготовки:

$$D_{1\min} = D_{1\max} - T_{D_1} = 20,431 - 1,3 = 19,131 \text{ мм.}$$

Максимальний припуск на чорнову обробку:

$$2z_{2\max} = D_{2\min} - D_{1\min} = 23,457 - 19,137 = 4,32 \text{ мм} = 4320 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на чорнову обробку:

$$2z_{2\min} = D_{2\max} - D_{1\max} = 23,667 - 20,431 = 3,236 \text{ мм} = 3236 \text{ мкм.}$$

Максимальний припуск на чистову обробку:

$$2z_{3\max} = D_{3\min} - D_{2\min} = 24 - 23,667 = 0,333 \text{ мм} = 333 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на чистову обробку:

$$2z_{3\min} = D_{3\max} - D_{2\max} = 24,033 - 23,667 = 0,366 \text{ мм} = 366 \text{ мкм.}$$

Загальний найменший припуск:

$$2z_{\min(\text{загал})} = 2z_{2\min} + 2z_{3\min} = 3236 + 366 = 3602 \text{ мкм.}$$

Загальний найбільший припуск:

$$2z_{\max(\text{загал})} = 2z_{2\max} + 2z_{3\max} = 4320 + 333 = 4653 \text{ мкм.}$$

Результати розрахунку припусків на обробку отвору $\varnothing 24^{+0,033}$ зведені до таблиці А.1.

Таблиця А.1– Результати розрахунку припусків на розточування отвору $\varnothing 24^{+0,033}$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						157
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Технологічні переходи при обробленні поверхні $\varnothing 24^{+0,033}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск Z_{min} , мкм	Розрахунковий розмір D , мм	Допуск T_i , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε_y				$D_{i \text{ min}}$	D_{max}	$2Z_{i \text{ min}}$	$2Z_{i \text{ max}}$
Заготовка (круглий прокат, 9 клас точності)	200	300	100 0	-	-	19,131	13 00	19,13 1	20,431	-	-
Чорнове свердління, 12й квалітет	63	60	60	500	3226	23,457	21 0	23,45 7	23,667	3,23 6	4,32
Чистове розточування, 10й квалітет	20	30	40	25	366	24	33	24	24,033	0,36 6	0,33 3
									Z_3	3,60 2	4,65 3

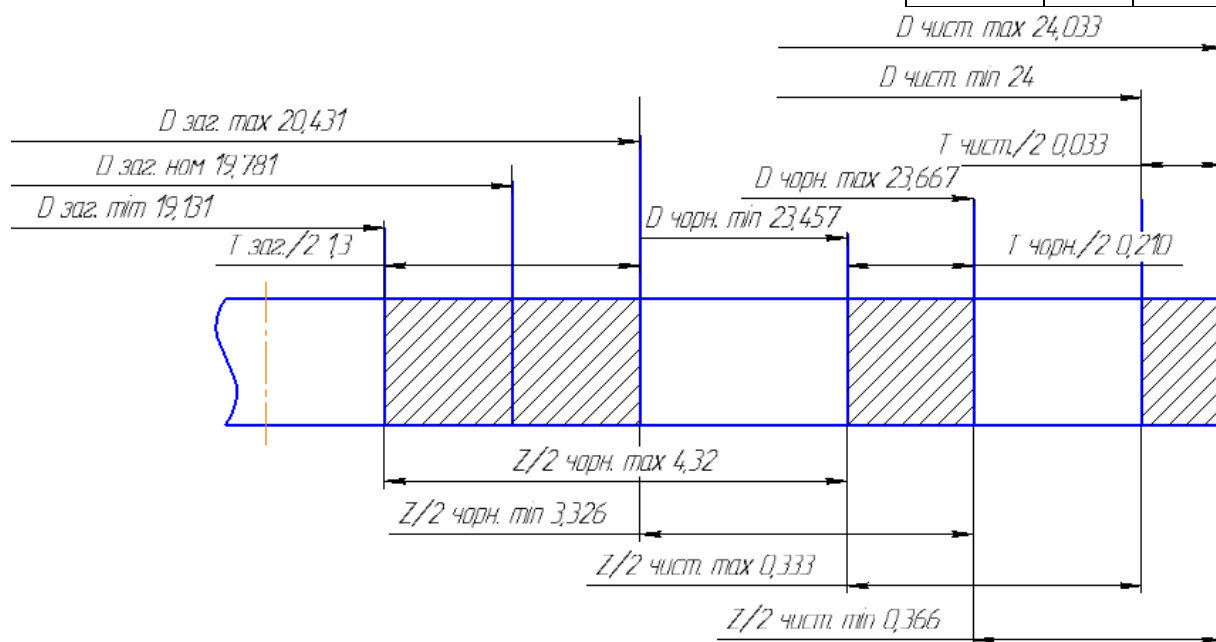


Рисунок А.2—Схема розміщення припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 24^{+0,033}$

А.2.2 Розрахунок припусків на обробку аналітичним методом отвору $\varnothing 10,26^{+0,01}$ мм

Двохсторонній мінімальний припуск на обробку в загальному випадку:

$$2z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right],$$

де $R_{z_{i-1}}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – сумарні відхилення розміщення поверхні на переході;

ε_i – похибка встановлення заготовки на виконуваному переході.

Мінімальний припуск для чорнового свердління отвору складає:

$$2z_{2\min} = 2 \left[(R_z + h)_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} \right] = 2(500 + \sqrt{1000^2 + 500^2}) = 3236 \text{ мкм.}$$

Сумарне відхилення для заготовки:

$$\Delta_1 = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{екс}}^2 + \Delta_{\text{П}}^2} = \sqrt{10,333^2 + 1000^2 + 12,558^2} = 1000 \text{ мкм.}$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – короблення поверхні отвору заготовки;

$\Delta_{\text{екс}} = 1000$ мкм – відхилення від концентричності отвору;

$\Delta_{\text{П}}$ – відхилення від перпендикулярності.

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_K \cdot e)^2 + (\Delta_K \cdot D)^2} = \Delta_K \cdot \sqrt{l^2 + D^2} = 0,5 \cdot \sqrt{17,94^2 + 10,26^2} = 10,333 \text{ мкм,}$$

де $l = 17,94$ мм – довжина отвору згідно з кресленням;

$D = 10,26$ мм – діаметр отвору згідно з кресленням;

$\Delta_K = 0,5 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$ – питома кривизна.

Відхилення від перпендикулярності визначається за формулою:

$$\Delta_{\text{П}} = \Delta_H \cdot l = 0,7 \cdot 17,94 = 12,558 \text{ мкм,}$$

де $\Delta_H = 0,7 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$ – питома відхилення.

Відхилення після чистового свердління:

$$\Delta_2 = K_y \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 1000 = 4060 \text{ мкм,}$$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 159
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Лат		

поверхні $\varnothing 10^{+0,01}$										min	max
Заготовка (круглий прокат, 9 клас точності)	200	300	100 0	-	-	5,934	11 00	5,934	7,034	-	-
Чистове свердління, 10й квалітет	20	30	60	500	3226	10,26	10	10,26	10,27	3,23 6	4,32 6
									Z ₃	3,23 6	4,32 6

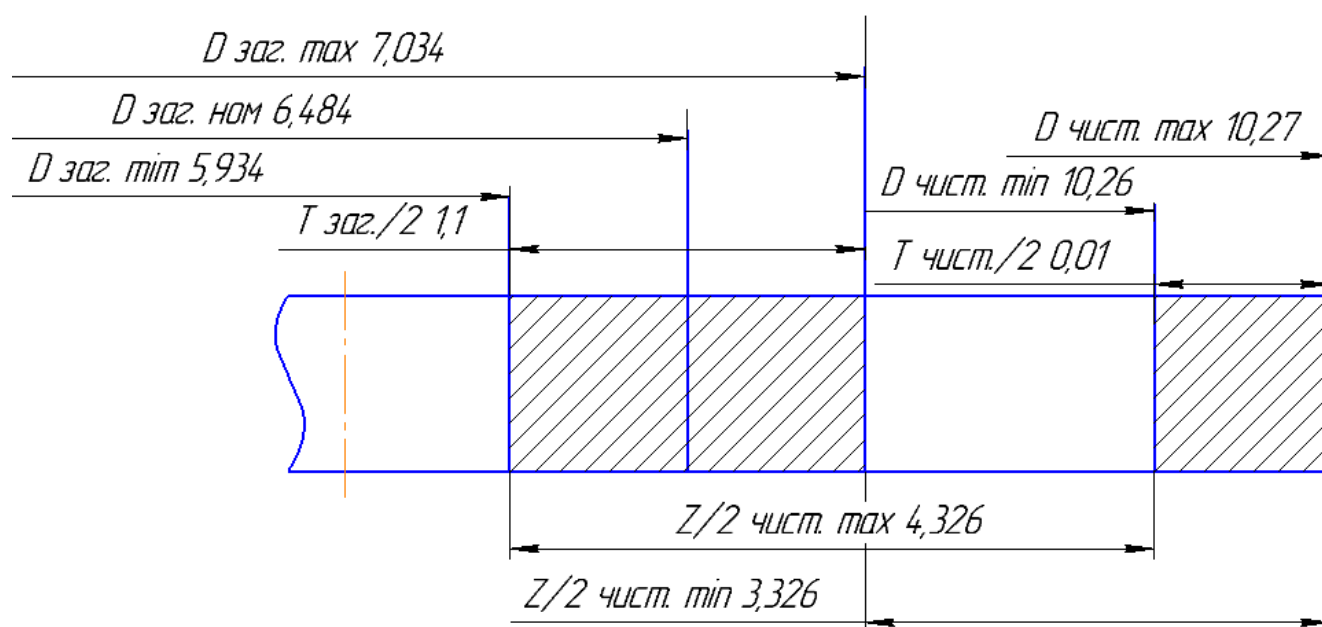


Рисунок А.3– Схема розміщення припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 10^{+0,01}$

А.2.3 Розрахунок режимів різання при розточуванні отвору $\varnothing 24$ мм

1) Попереднє свердління центрального отвору $\varnothing 10$ мм (чорнове сверління).

Матеріал який оброблюється – Сталь 40 .

Глибина різання:

$$t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (10 - 0) = 5,0 \text{ мм},$$

де $D=10$ мм – діаметр отвору в деталі; $d=0$ мм – діаметр отвору в заготовці.

З подач, що рекомендуються призначаємо $S_0=1,2$ мм/об. Приймаємо період стійкості інструмента $T=45$ хв. [3].

Швидкість різання, яка допускається періодом стійкості інструмента:

$$V_0 = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} \cdot k_v = \frac{18 \cdot 10^{0,6}}{45^{0,25} \cdot 5^{0,3} \cdot 1,2^{0,3}} \cdot 0,65 = 17,03 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

де $C_v = 18,0$; $q = 0,6$; $y = 0,3$; $m = 0,25$; $k_v = 0,65$

Обертний момент:

$$M_{об} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot k_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 10^1 \cdot 5^{0,8} \cdot 1,2^{0,65} \cdot 0,68 = 24,97 \text{ Н} \times \text{м};$$

Значення коефіцієнтів та показників степеня

$C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $y = 0,65$;

k_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, $k_p = 0,68$.

де n – частота обертання свердла:

$$n = \frac{1000 \cdot V_0}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17,03}{3,14 \cdot 10} = 542,357 \text{ об/хв.}$$

По станку підбираємо наближене значення $n_\phi = 550$ об/хв тоді фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 550}{1000} = 17,27 \text{ м/хв.}$$

Потужність різання:

$$N_c = \frac{M_{об} \cdot n_\phi}{9750} = \frac{24,97 \cdot 550}{9750} = 1,4 \text{ кВт};$$

2) Розточити отвір $\varnothing 10$ до $\varnothing 24,0^{+0,033}$ (чистове точіння).

Глибина різання: $t_{чорн} = 0,6$ мм , подача $s_{чорн} = 0,6$ мм/об [3].

Період стійкості різця з врахуванням напівавтоматичного режиму різання станка приймаємо підвищену: $T = 90$ хвилин.

Швидкість різання:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						162
Змн.	Адж.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$V_{\text{чист}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot 60} \cdot K_V = \frac{620}{90^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,6^{0,2} \cdot 60} \cdot 0,42 = 2,11 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 126,6 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

де коефіцієнти C_V, x, y, m – табличні значення [3], для прокату і різця з твердим сплавом: $C_V = 620$, $x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$.

Коефіцієнт швидкості розраховується за формулою [3]:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r = 1,0 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,42,$$

де $K_{mv} = 1,0$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

$K_{nv} = 0,65$ – коефіцієнт, який враховує стан обробленої поверхні;

$K_{uv} = 0,7$ – коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучої частини інструмента;

$K_{\varphi} = 0,97$ – коефіцієнт, який враховує кут у плані;

$K_r = 0,94$ – коефіцієнт, який враховує радіус ріжучої кромки інструменту.

Частота обертання:

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 126,6}{3,14 \cdot 24} = 1680 \frac{\text{об}}{\text{хв}} = 28 \frac{\text{об}}{\text{с}};$$

Кінцеве значення, яке приймаємо:

$$n_{\text{чист}} = 1200 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

тоді

$$V_{\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1200}{1000} = 37,68 \frac{\text{м}}{\text{хв}} = 0,628 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Хвилинна подача:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n = 0,6 \cdot 1200 = 720 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}.$$

Сила різання:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						163
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

$$P_{Z_{\text{чист}}} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 37,68^{-0,15} \cdot 0,75 = 800 \text{ Н},$$

де C_p, x, y, n – табличні значення [3] для сталюого литва і різця з твердим сплавом : $C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$.

Коефіцієнт K_p являє собою множення ряду коефіцієнтів:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,75,$$

де $K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}$ – коефіцієнти, які враховують фактичні умови різання. Значення цих коефіцієнтів табличні [3].

Потужність різання:

$$N_{\text{чист}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{800 \cdot 37,68}{1020 \cdot 60} = 0,49 \text{ кВт}.$$

А.2.4 Розрахунок режимів різання при розточуванні отвору Ø 10,26

Матеріал який оброблюється – сталь 40.

Глибина різання:

$$t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (10,26 - 0) = 5,13 \text{ мм},$$

де $D=10,26$ мм – діаметр отвору в деталі; $d=0$ мм – діаметр отвору в заготовці.

З подач, що рекомендуються призначаємо $S_0=1,2$ мм/об. Приймаємо період стійкості інструмента $T=45$ хв. [3].

Швидкість різання, яка допускається періодом стійкості інструмента:

$$V_0 = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} \cdot k_v = \frac{18 \cdot 10,26^{0,6}}{45^{0,25} \cdot 5,13 \cdot 1,2^{0,3}} \cdot 0,65 = 17,29 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

де $C_v = 18,0$; $q = 0,6$; $y = 0,3$; $m = 0,25$; $k_v = 0,65$

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						164
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

Обертовий момент:

$$M_{об} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x S^y \cdot k_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 10,26^1 \cdot 5,13^{0,8} \cdot 1,2^{0,65} \cdot 0,68 = 26,15 \text{ Н} \times \text{м} ;$$

Значення коефіцієнтів та показників степеня

$$C_M = 0,09 ; q = 1,0 ; y = 0,65 ;$$

k_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, $k_p = 0,68$.

де n – частота обертання сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot V_0}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17,29}{3,14 \cdot 10,26} = 536,68 \text{ об/хв}$$

По станку підбираємо наближене значення $n_\phi = 550$ об/хв тоді фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,26 \cdot 550}{1000} = 17,72 \text{ м/хв} .$$

Потужність різання:

$$N_c = \frac{M_{об} \cdot n_\phi}{9750} = \frac{26,15 \cdot 550}{9750} = 1,475 \text{ кВт} ;$$

По паспортним даним, потужність станка $N_{кр} = 4,5$ кВт.

Приймаємо наступні значення: $t = 12$ мм, $S_0 = 1,2$ мм/об, $n_\phi = 550$ об/хв ,

$$V_\phi = 17,72 \text{ м/хв} , N = 1,475 \text{ кВт} .$$

$$\text{Хвилинна подача } S_{хв} = 1,2 \cdot 550 = 660 \text{ мм/хв} .$$

А.2.5 Розрахунок норми часу на свердління отворів Ø 10,26

Штучно – калькуляційний (основний) час на свердління:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 165
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$T_0 = \frac{l + l_{BP} + l_{ПЕР}}{S_{XB}} = \frac{17,94 + 3 + 0}{660} = 0,032 \text{ хв.}$$

де $l = 17,94$ мм – довжина поверхні, яка оброблюється;

$l_{BP} = 3$ мм – довжина врізання;

$l_{ПЕР} = 0$ – довжина перебігу інструменту.

Норми допоміжного часу визначені з довідників або за нормативами і зведені в таблицю А.3.

Таблиця А.3 – Норми допоміжного часу.

№ п/п	Найменування дії оператора	Норма часу
1	Очистити пристрій від стружки	0,09
2	Встановити та зняти заготовку	0,5
3	Закріпити та відкріпити заготовку	0,15
Всього		0,74

Для одного отвору: $T_{ц.к.} = 0,032 + 0,74 = 0,772$ хв;

Для 12 отворів: $T = 0,772 \cdot 15 = 11,58$ хв.

А.3 Опис конструкції та розрахунок пристрою для свердління

Накладний кондуктор використовується для свердління 15 отворів $\varnothing 10,26^{+0,01}$ мм. Дане пристосування складається з наступних основних частин: кондуктора 1, кондукторної плити 2, підкладки 3, центровика 4, направляючої втулки 5 та кріпильного вузла який в свою чергу складається з гайки, шайби та шпильки [6].

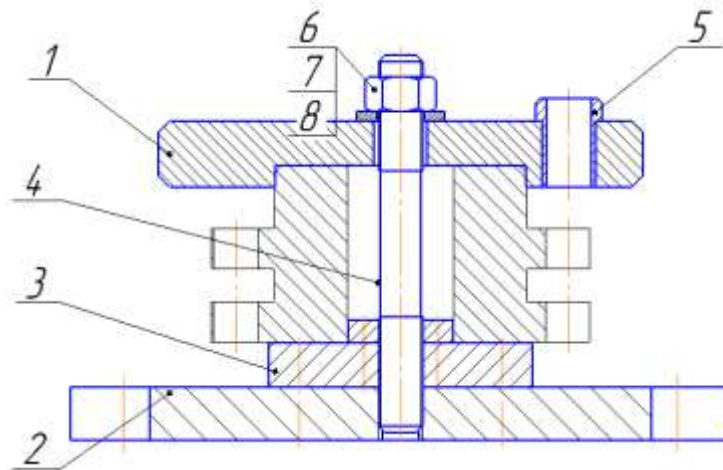
Заготовка розміщується між кондукторною плитою та накладним кондуктором, закріплюється за допомогою шпильки та різьбового з'єднання. На нижній плиті закріплена підкладка, яка слугує для утворення зазору між плитою та заготовкою. А також на ньому закріплений центровик, який забезпечує

базування деталі. В конструкції нижньої плити передбачені установочні пази, які служать для закріплення на столі верстату.

Експлуатація пристрою:

1. Встановити і закріпити пристосу на столі верстату;
2. Підготувати базові поверхні до встановлення заготовки;
3. Установити заготовку і провести закріплення заготовки за допомогою притискної гайки;
4. Обробити заготовку;
5. Зняти заготовку;
6. Підготувати базові поверхні при способи до встановлення наступної заготовки.

Схема кондуктора представлена на рисунку А.4.



- 1 – кондуктор; 2 – плита; 3 – підкладка; 4 – центровик; 5 – втулка;
6 – гайка; 7 – шайба; 8 – шпилька.

Рисунок А.4 – Схема кондуктора з закріпленою заготовкою

А.3.1 Розрахунок величини затискного зусилля

Величину необхідного затискного зусилля визначають на основі рішення задачі статки, розглядаючи рівновагу заготовки під дією прикладених до неї сил. Для цього необхідно скласти розрахункову схему, тобто зобразити на схемі

базування заготовки всі діючі на неї сили: сили і моменти різання, затискні зусилля, реакції опор і сили тертя в місцях контакту заготовки з опорними і затискними елементами.

За розрахунковою схемою необхідно встановити напрямки можливого переміщення або повороту заготовки під дією сил і моментів різання, визначити величину проєкцій всіх сил на напрям переміщення і скласти рівняння сил і моментів:

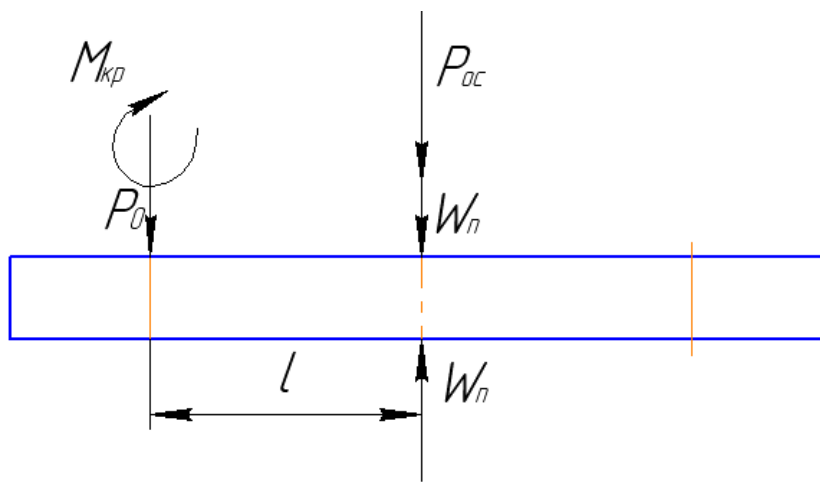


Рисунок А.5 – Розрахункова схема свердильної пристрої

де P_{oc} - осьова сила визвана від зажиму гайки;

W_n - зусилля зажиму;

P_o - осьова сила при сверлінні, Н;

$M_{кр}$ - крутний момент при сверлінні, Нм;

l - плече, мм.

Величину необхідного затискного зусилля розраховуємо за [7].

Діючі на заготовку сили і моменти різання можна розрахувати за формулами, наведеними в довідниках і нормативах по режимам різання стосовно певного виду обробки.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						168
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$P_0 = 3557 \text{ Н}; M_{кр} = 30 \text{ Нм};$$

$$K = 2,6; f = 0,2; l = 105 \text{ мм.}$$

де f - коефіцієнт тертя.

Рівняння статики:

$$\sum Y = 0; -P_0 \cdot K - P_{OC} = 0;$$

$$\sum m_{от} = 0; -M_{кр} \cdot K + F_{TP} \cdot l = 0;$$

$$F_{TP} = f \cdot W_n;$$

$$M_{кр} \cdot K = f \cdot W_n \cdot l = 0.$$

Звідки потрібне зусилля зажиму:

$$W_n = \frac{M_{кр} \cdot K}{f \cdot l}, \text{ Н,}$$

Підставив чисельне значення отримаємо:

$$W_n = \frac{30 \cdot 2,6}{0,2 \cdot 0,105} = 3174 \text{ Н.}$$

Визначимо зусилля зажиму, що розвиває гвинтовий механізм:

$$W_{н.з.} = \frac{P_{исх.з.} \cdot L_{ключа}}{R_{ср} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi') + \Pi},$$

де $W_{н.з.}$ - затискне зусилля, що розвиває механізм, Н;

$P_{исх.з.}$ - вихідне зусилля, яке прикладається до гвинта, Н;

$L_{ключа}$ - довжина рукоятки, ключа або штурвала, м;

$R_{ср}$ - середній радіус різьби гвинта, м;

α - кут підйому гвинтової лінії, град;

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						169
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

ϕ' - кут тертя в різьбі, град;

П - складова, що залежить від умов контакту гвинта (гайки) з заготовкою.

Визначимо складові, необхідні для визначення зусилля, що розвивається затиску:

$$P_{исх.з.} = 19600 \text{ Н};$$

$$L_{ключа} = (14...16) \cdot d, \text{ мм, де } d - \text{діаметр шпильки, мм};$$

$$L_{ключа} = 14 \cdot 10 = 140 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \phi' = f' \cdot \frac{f}{\cos \beta},$$

де f' - коефіцієнт тертя в різьбі;

$f' = 1.15$ - для метричної різьби;

$\beta = 30^\circ$ - половина кута профіля;

f - коефіцієнт тертя по площині;

$$f = 0,2;$$

$$\operatorname{tg} \phi' = 1,15 \cdot \frac{0,2}{\cos 30} = 0,266;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{\pi \cdot d_2},$$

где $t = 1$ - шаг резьбы, мм; $d_2 = 9,026$ мм- середній діаметр різьби;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,5}{\pi \cdot 9,026} = 0,088.$$

Знайдемо складову П:

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 170
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

$$\Pi = \frac{2}{3} \cdot f \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} = \frac{2}{3} \cdot 0.2 \cdot \frac{30^3 - 10^3}{30^2 - 10^2} = 4,33.$$

Определим развиваемое усилие винтового механизма:

$$W_{n.з.} = \frac{19600 \cdot 140}{4,513 \cdot (0,088 + 0,266) + 4,33} = 463 \text{ (кН)}.$$

Таким чином, $W_{n.} \leq W_{n.з.}$ (3,1 кН < 463 кН), отже, зусилля, що розвивається гвинтового затиску забезпечує необхідне зусилля затиску.

Висновок: розраховано зусилля, що розвиває механізм зажиму, який забезпечує не рухоме положення заготовки та кондуктора під час обробки.

Висновки

В магістерській дисертації розроблено технологічний процес виготовлення зірочки. Проведено вибір та обґрунтування вибору заготовки. Проведено розрахунки припусків на обробку аналітичним методом отворів, режимів різання та норм часу. Розроблено пристрій для свердління отворів та розраховано величину затискного зусилля. Складено маршрутні та операційні карти.

Перелік посилань

1. Методические указания к расчету припусков по дисциплине "Технология машиностроения" для студентов специальности 0501/ Сост.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						171
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дат		

В.В. Душинский и др.- К.: КПИ, 1986. -72 с.

2. Справочник: Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении/ Косилова А.Г., Мерещяков Р.К., Калинин М.А. – М.: Машиностроение, 1976. - 288 с.

3. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти ступеня "магістр" спеціальності 133 Галузеве машинобудування, спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв з дисципліни "Технологія виготовлення та монтаж обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв": [Електронний ресурс]: / НТУУ „КПІ”; уклад. Двойнос Я.Г. – Київ: НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017. – 34 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. – Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 495 с.

6. Станочные приспособления: справочник. Е. 1 / под ред. Б.И. Вардашкина и А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 591 с.

7. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков // М.А. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.

8. ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.

9. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшаяшая шк., 1983. - 256 с.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк. 172
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Додаток Б

Автоматизація віброекструзійної установки

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						173
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Зміст

Вступ.....	
Б.1 Аналіз технологічного процесу виробництва фібробетону віброекструзійною установкою як об'єкта автоматизації	
Б.2 Опис функціональної схеми автоматизації віброекструзійної установки.....	
Висновки	
Перелік посилань.....	

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Гайдін Є. М.			Автоматизація віброекструзійної установки	Лит.	Лист	Листов	
Пров.		Степанюк А.Р.						1/174	16
Реценз.						КПІ ім. І.Сікорського, ІХФ, МАХНВ			
Н. контр.									
Утв.									

Вступ

В автоматизованих системах керування втілені досягнення всіх попередніх ступенів розвитку засобів і методів керування технологічними об'єктами і процесами. У керуванні дуже важливу роль відіграють питання збору і перетворення параметрів, які характеризують хід технологічного процесу.

Автоматичний контроль полегшує працю оператора, але до кінця не вирішена проблема керування складним технологічним процесом, тому на заводах впроваджені і впроваджуються електроннообчислювальні машини. Використання ЕОМ дозволяє виконувати обробку інформації автоматичними пристроями зі швидкістю, що у кілька мільйонів разів перевищує швидкість обробки інформації людиною.

Комплексна автоматизація процесів і апаратів хімічної технології передбачає не тільки автоматичне забезпечення нормального ходу цих процесів з використанням різноманітних автоматичних пристроїв, але і автоматичне управління пуском та зупинкою апаратів для монтажних робіт та в критичних ситуаціях.

Б.1 Аналіз технологічного процесу виробництва фібробетону віброекструзійною установкою як об'єкта автоматизації

Дослідно-промислова установка віброекструзії призначена для обробки технології формування фібробетонних виробів у промислових умовах і випуску дослідних партій виробів для потреб сільського будівництва.

Установка змонтована на самохідному шасі і складається з дозаторів-живильників цементного розчину 1 і грубого мінерального волокна 3, вібростолу 2, конвеєра 4, каскаду віброекструдерів (двох що змішують 5, 6 і формуючого 7), електроустаткування.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						175
Змн.	Арк.	№ док.	Піліпис	Лат		

На ділянці одержання тонкого шару розчину цементний розчин з дозатора-живильника 1 витікає на транспортерну стрічку у вигляді чотирьох джгутів регульованого перерізу. При проходженні стрічки над вібростолом 2 цементні джгути розтікаються по всій її ширині, утворюючи шар розчину товщиною $(2...8) \cdot 10^{-3}$ м.

Дозатор-живильник розчину складається з пірамідальної ємності, звареної з листової сталі ($0,85 \text{ м}^3$), вібратора ІВ-22, пружинної підвіски, звареної рами. Нижня частина ємності виконана з твердої гуми, у якій прорізано чотири вертикальні щілини, що закриваються шибером із гвинтовим механізмом регулювання.

Продуктивність ділянки одержання тонкого шару розчину, забезпечується зміною живого перерізу щілин шибером і швидкістю конвеєрної стрічки і варіюється в межах $(1,4...14) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Дозатор-живильник грубого базальтового волокна 3 забезпечує беззупинну рівномірну подачу армуючих волокон на шар розчину, що рухається.

Основною частиною дозатора-живильника грубого мінерального (базальтового) волокна є бункерна ємність, днище якої виконане у вигляді похилого транспортера зі спеціальною голчастою стрічкою (ширина 0,65 м).

Над приводним барабаном транспортера усередині ємності встановлений голчастий барабан, що обертається назустріч напрямку руху стрічки. На виході з дозатора-живильника є розпушуючий голчастий барабан (швидкість обертання $8,5 \text{ хв}^{-1}$).

Продуктивність дозатора-живильника волокна регулюється шибером з ручним гвинтовим приводом і швидкістю транспортера і складає $0,08...0,7 \text{ кг/с}$.

Конвеєр 4 призначений для подачі шару розчину з розподіленими і зафіксованими на ньому волокнами в перший віброекструдер каскаду, що змішує.

Конвеєр має привід з регулюванням швидкості транспортерної стрічки шириною 0,65 м від 0,05 до 1,5 м/с.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						176
Змн.	Арк.	№ док.	Піліпис	Лат		

На ділянці фіксації волокон у розчині притискна стрічка встановлена з можливістю регулювання вихідного отвору і кута нахилу стрічки щодо конвеєра.

Віброекструдери, що змішують, призначені для змішування розчину з волокнами.

Перший віброекструдер 5 складається зі звареного пірамідального бункера висотою 0,5 м, встановленого стаціонарно на пружинах під приводним барабаном конвеєра. Вібратор ІВ-104 жорстко закріплений на передній стінці бункера. Розмір вихідного отвору віброекструдера регулюється шибером з ручним гвинтовим приводом. На рамі з боків бункера встановлені два ударники, що представляють собою ексцентрикові механізми з бойками, що працюють синхронно від одного приводу.

Другий віброекструдер, що змішує, 6 по конструкції аналогічний першому, має додатково стрічковий роздавальний транспортер.

Кут повороту роздавального транспортера встановлюється, виходячи з умови забезпечення рівномірного завантаження формуючого віброекструдера по всій його ширині. Привід хитання здійснюється від редуктора приводу роздавального транспортера.

У формуючому віброекструдері 7 здійснюється остаточне змішування волокон з розчином і формування необхідного профілю. Формуючий віброекструдер встановлений на пружинній підвісці в прорізі піднімальної силової рами і складається з корпусу коробчатого перетину і змінної формуючої голівки висотою 0,5 м. Підйом і опускання силової рами здійснюється в направляючих за допомогою лебідки. Вертикальна вібрація надається двома спеціальними синхронізованими вібраторами: ударні коливання – двома синхронізованими ударниками, встановленими по торцях силової рами.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						177
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Лат		

Параметри контролю і регулювання представлені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Параметри контролю і регулювання

Найменування стадії процесу, місце заміру параметра	Найменування параметра	Значення параметра	Вимоги до схеми автоматизації
1	2	3	4
Електродвигун змішувача (транспортера)	Частота	3000 об/хв	Регулювання, сигналізація
Електродвигун транспортера	Частота	1500 об/хв	Регулювання, сигналізація
Електродвигун дозатора- живильника базальтового волокна	Частота	1500 об/хв	Регулювання, сигналізація
Електродвигун змішуючого екструдера	Частота	1500 об/хв	Контроль, сигналізація
Дозатор-живильник розчину	Рівень	0,85 м ³	Контроль, сигналізація
Дозатор-живильник базальтового волокна	Рівень	1,2 м ³	Контроль, сигналізація
Шибер дозатора-живильника базальтового волокна	Висота	250 мм	Регулювання, сигналізація
Вібратор дозатора-живильника розчину	Частота	47 Гц	Регулювання, сигналізація
Вібратор вібростолу	Частота	47 Гц	Регулювання, сигналізація
Вібратор віброекструдера, що змішує перший	Частота	47 Гц	Регулювання, сигналізація

Продовження таблиці Б.1

Вібратор віброекструдера, що змішує другий	Частота	47 Гц	Регулювання, сигналізація
Вібратор формуючого віброекструдера	Частота	47 Гц	Регулювання, сигналізація
Змішувачий віброекструдер перший	Рівень	0,9 м ³	Контроль, регулювання, сигналізація
Змішувачий віброекструдер другий	Рівень	0,5 м ³	Контроль, регулювання, сигналізація
Формувачий віброекструдер	Рівень	1,2 м ³	Контроль, регулювання, сигналізація

Б.2 Опис функціональної схеми автоматизації віброекструзійної установки

Функціональна схема автоматизації віброекструзійної установки виборництва фібробетону зображена на окремому листі формату А1, що додається до даної роботи.

Розглянемо окремо всі контури нашої схеми, вказавши параметри, які вони контролюють (регулюють) і комплекти технічних засобів, за допомогою яких цей контроль (регулювання) здійснюється.

Контур 1: Регулювання частоти обертів вала електродвигуна змішувача (транспортера) та контроль і регулювання рівня розчину в дозаторі-живильнику з їх відповідною сигналізацією.

Контроль і регулювання рівня в дозаторі-живильнику розчину здійснюється за допомогою системи керування. Сигнал від датчика рівня бетонної

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						179
Змн.	Арк.	№ док.	Піліпис	Лат		

суміші в бункері 1 подається на реле затримки мікроконтролера (поз. 2-4). Одночасно контролюючий пристрій цього сигналізатора (поз. 2-3) сигналізує за допомогою лампочок про граничні значення рівня бетонної суміші. Якщо сигнал рівня недостатній, то мікроконтролер (поз. 2-4) за програмою виробляє сигнал затримки, який через певний проміжок часу надходить на блокуючий вхід магнітного пускача (поз. 1-2). Магнітний пускач спрацьовує і зупиняє привід стрічкового транспортера подачі бетонної суміші. Тимчасова затримка необхідна для того, щоб відбулося спрацювання залишеного на транспортері матеріалу. Регулювання частоти обертів вала електродвигуна відбувається на основі значення рівня розчину в дозаторі-живильнику за допомогою наступних приладів: 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 – перетворювачі обертів – тахогенератор з якого електричний сигнал поступає на 1-2 – магнітний пускач. Магнітний пускач у свою чергу подає свій сигнал електродвигуну змішувача (транспортера). Відповідно до кожної величини сигналу з магнітного пускача вал електродвигуна обертається з певною частотою. Включення і виключення електродвигуна здійснюється в ручному режимі 1-1 – кнопкою пуску, що розташована на щиті приладів, та сигналізується на щиті лампочками сигналізації.

Контур 2: Регулювання положення шибера в дозаторі-живильнику базальтового волокна з відповідною сигналізацією.

Регулювання положення шибера дозатора-живильника базальтового волокна здійснюється за допомогою наступних приладів: 8-1 – витратоміра від якого поступає сигнал до 8-2 – перетворювача сигналів і 8-3 – мікропроцесорного реєстратора. Від реєстратора сигнал подається на 8-4 – електронний регулятор, 7-5, 7-6 – узгоджуючі перетворювачі, де порівнюється отримане значення витрати з заданий значенням і на основі цього створюється керуючий сигнал для 8-7 – магнітного пускача. Магнітний пускач передає підсилений сигнал до 8-10 – виконавчого механізму який відповідно до сигналу розташовує шибера на дозаторі. Включення і виключення виконавчого механізму здійснюється в ручному режимі 8-8 – кнопкою пуску, що розташована на щиті приладів, та

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						180
Змн.	Арк.	№ док.	Піппіс	Лат		

сигналізується на щиті лампочками сигналізації. Лампочки сигналізації сигналізують верхнє граничне і нижнє граничне положення шибера на дозаторі-живильнику базальтового волокна відповідно.

Контур 3: Регулювання і сигналізація частоти обертів вала електродвигуна транспортера.

Регулювання частоти обертів електродвигуна відбувається за допомогою наступних приладів: 10-1, 10-2, 10-3, 10-4 – перетворювачі обертів – тахогенератори з яких електричний сигнал поступає на 9-2 – магнітний пускач. Магнітний пускач у свою чергу подає свій сигнал електродвигуну транспортера. Відповідно до кожної величини сигналу з магнітного пускача вал електродвигуна обертається з певною частотою. Включення і виключення електродвигуна здійснюється в ручному режимі 8-1 – кнопкою пуску, що розташована на щиті приладів, та сигналізується на щиті лампочками сигналізації.

Контур 4: Регулювання частоти обертів вала електродвигуна дозатора-живильника базальтового волокна та контроль рівня сировини в ньому з відповідною їх сигналізацією.

Контроль рівня сировини в дозаторі-живильнику базальтового волокна здійснюється наступними приладами: 11-1 – первинним вимірювальним перетворювачем акустичного рівнеміра від якого сигнал передається до 11-2 – проміжного вимірювального перетворювача і до 11-3 – потенціометра сигналізуючого сигнал від яких відповідно перетворений подається на 11-4 – мікроконтролер. Мікроконтролер створює керуючий вплив 7-2 – магнітному пускачу, а той в свою чергу підсилює сигнал і передає його на електродвигун, який відповідно до кожного сигналу має певну частоту обертів вала. Граничні значення рівня сировини в дозаторі-живильнику сигналізуються лампочками.

Контур 5: Контроль і сигналізація частоти обертів вала електродвигуна змішуючого екструдера.

Контроль частоти обертів вала електродвигуна здійснюється за допомогою 16-2 – магнітного пускача який отримує завдання на включення або виключення в

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						181
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Лат		

ручному режимі 16-1 – кнопкою пуску, що розташована на щиті приладів, та сигналізується на щиті лампочками сигналізації.

Контур 6: Регулювання частоти вібрації вібратора дозатора-живильника розчину та вібратора вібростолу з відповідною сигналізацією.

Регулювання частоти вібрації вібраторів здійснюється в залежності від значення рівня розчину в дозаторі-живильнику за допомогою рівнеміра, перетворювача сигналу та потенціометра від яких сигнал передається на мікроконтролер. Мікроконтролер подає сигнал на магнітний пускач (поз. 3.2 та поз. 7.2), який передає підсилений сигнал електродвигуну вібратора і тий самим задає певну частоту вібрації вібратора. Включення і виключення електродвигуна вібратора може здійснюється в ручному режимі 3-1 – кнопкою пуску, що розташована на щиті приладів, та сигналізується на щиті лампочками сигналізації.

Контури 7, 8, 9: Контроль і регулювання рівня в формуючому 7 і змішуючих віброекструдерах 6, 5 та регулювання частоти вібрації їх вібраторів з відповідною їх сигналізацією.

Регулювання частоти вібрації вібраторів в екструдерах здійснюється в залежності від значення рівня розчину в них за допомогою первинних вимірювальних перетворювачів акустичного рівнеміра (поз. 12-1, 14-1, 17-1), проміжних вимірювальних перетворювачів (поз. 12-2, 14-2, 17-2) та потенціометрів (поз. 12-3, 14-3, 17-3) від яких сигнал передається на мікроконтролери (12-4, 14-4, 17-4). Мікроконтролери подають сигнал на магнітні пускачі (поз. 13-2, 15-2, 18-2), які передають підсилений сигнал електродвигунам вібратора, кожен своєму відповідно контуру, і тий самим задають певну частоту вібрації вібраторів. Включення і виключення електродвигунів вібраторів можуть здійснюватися в ручному режимі кнопками пуску, що розташовані на щиті приладів. Контроль і сигналізація рівня в бункерах віброекструзії установки здійснюється за допомогою рівнемірів. Акустичний рівнемір дозволяє контролювати рівень суміші безконтактним методом. Рівнеміри 12-1, 14-1 і 17-1 здійснюють контроль рівня розчину в віброекструдерах 5, 6, і 7 тим самим

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						182
Змн.	Арк.	№ док.м.	Піліпис	Лат		

контролюючи безперервність подачі розчину. Сигнали від потенціометрів надходять на лампочки, що сигналізують верхній і нижній припустимі рівні суміші. У третьому формуючому екструдері 7 сигнал від рівнеміра (поз. 17-1) надходить на потенціометр (поз. 17-2), що сигналізує рівень розчину за допомогою лампочок. У випадку недостачі або надлишку суміші в бункері загоряється відповідна лампочка на щиті оператора.

У схемі застосовується блокування: у випадку невиконання умов нормальної роботи установки (відсутність розчину, зупинка транспортера та ін.) негайно відключається уся установка.

Перелік необхідних приладів та засобів автоматизації наведено в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Номер позиції за схемою	Найменування параметра	Найменування параметрів, середовища і місця відбору імпульсу	Місце установки	Найменування характеристики	Кількість
1	2	3	4	5	7
1-1, 6-1, 9-1, 16-1	Напруга	Двигуни транспортерів	щит	Кнопка пуску	4
1-2, 6-2, 9-2, 16-2			місцеві	Магнітний пускач	4
1-3, 6-3, 9-3, 16-3				Кнопка пуску	4

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6
2-1	Рівень	Бункер живильника розчину	місцеві	Первинний виміровальний перетворювач акустичного рівнемір	1
2-2				Проміжний вимірювальний перетворювач	1
2-3			щит	Потенціометр сигналізуючий	1
4-1 8-1	Витрати	Бункер живильника розчину та дозатор- живильник грубого мінерального волокна	місцеві	Витратомір	2
4-2 8-2				Перетворювач сигналу	2
4-3 8-3			щит	Реєстратор мікропроцесорний технологічний	2
4-4 8-4				Регулятор електронний	2
4-5 8-5				Байпасна панель	2
4-6 8-6				Перетворювач узгоджуючий	2
4-7 8-7			місцеві	Магнітний пускач	2
4-8, 8-8			щит	Кнопка пуску	4
4-9, 8-9			місцеві		
11-1	Рівень	Дозатор- живильник грубого мінерального волокна	місцеві	Первинний виміровальний перетворювач акустичного рівнемір	1
11-2				Проміжний вимірювальний перетворювач	1
11-3			щит	Потенціометр сигналізуючий	1

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6
12-1 14-1	Рівень	Віброекструдери, що змішують	місцеві	Первинний виміровальний перетворювач акустичного рівнемір	2
12-2, 14-2				Проміжний вимірювальний перетворювач	2
12-3, 14-3			щит	Потенціометр сигналізуючий	2
17-1	Рівень	Формуючий вібро-екструдер	місцеві	Первинний виміровальний перетворювач акустичного рівнемір	1
17-2				Проміжний вимірювальний перетворювач	1
17-3			щит	Потенціометр сигналізуючий	1
3-1, 7-1, 15-1, 18-1, 20-1	Частота	Вібратор	щит	Перетворювач частоти струму	5
5-3,5-4, 5-5, 10-3, 10-4, 10-5	Частота	Двигуни транспортерів	щит	Частота обертання	2
5-1, 10-1			місцеві	Тахогенератор	2
5-2, 10-2					

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6
2-4	Конт- роль	Дозатори- живильники цементного розчину	щит	Мікроконтролер	1
11-4		Дозатор- живильник грубого мінерального волокна			1
12-4, 14-4		Віброекстру- дери, що змішують			2
17-4		Формуючий віброекстру- дер			1
HL1 HL2 HL13 HL14 HL19 HL20 HL31 HL32	Сигналі- зація	Транспортери	щит	Лампа сигналізації	8
HL3 HL4 HL5 HL6 HL7 HL8 HL9 HL10 HL11 HL12 HL15 HL16 HL17 HL18 HL21 HL22	Сигналі- зація	Дозатори- живильники цементного розчину та грубого мінерального волокна	щит	Лампа сигналізації	16

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						186
Змн.	Арк.	№ докum.	Пілпис	Лат		

Продовження таблиці Б.2

HL23 HL24 HL25 HL26 HL27 HL28 HL29 HL30	Сигналі- зація	Віброекстру- дери, що змішують	щит	Лампа сигналізації	8
HL33 HL34 HL35 HL36	Сигналі- зація	Формуючий віброекстру- дер	щит	Лампа сигналізації	4

Висновки

В магістерській дисертації розроблено схему автоматизації віброекструзійної установки. Підібрані прилади та устаткування для роботи установки.

Перелік посилань

1. Лукінюк М.В., Сташкевич П.М., Самсонов В.О.. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсів «Автоматизація виробничих процесів», «Технологічні вимірювання і прилади», «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами» – К.: Політехніка, 2003. – Част. 1.
2. Методичні вказівки до дипломного проектування по розділі «Автоматизація виробничих процесів» Київ «КПІ» 1987 р.
3. Проектування систем автоматизації технологічних процесів. А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровський. 2-е вид. перероб. та доп.-М.: 1990.- 464с.

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						188
Змн.	Арк.	№ докum.	Пілпис	Лат		

Додаток В

Документація до патентного дослідження

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН71мп.633271 РП

Найменування теми Віброекструдер формуючий

Шифр теми ЛН71мп. 633271.001

Етап Проектування віброекструдера формуючого та його складових частин

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень
ЛН71мп. 633271, 18.09.2018

Обґрунтування регламенту пошуку:

Предмет пошуку – віброекструдер формуючий.

Мета пошуку інформації – визначення патентної ситуації щодо формуючого віброекструдера (визначення патентоздатності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці)

Визначення держав пошуку. Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, США, Німеччина, Росія.

Ретроспективність. Термін дії патенту на винахід в Україні – 22 роки, регламент пошуку встановлюємо такий: 2017–2018 рр.

Класифікаційні індекси. Міжнародна патентна класифікація:

МПК – В28В 13/00, 13/02, 1/52, 1/08, 3/02, 11/10, 23,00, 23,18, 3/22, 23/02, 17/00; В28С 5/00, 7/00.

Уніфікована десяткова класифікація УДК 532,137:666,97

Джерела інформації. 1) Патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Укрпатенту. 2) Науково-технічна інформація: монографії, підручники, статті.

Початок пошуку 18.09.2018

Закінчення пошуку 28.09.2018

Таблиця В.1 – Регламент пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держав а пошуку	Класифікаційні індекси: МПК, НПК, МКПЗ, МКТП, УДК	Ретро спек- тивніс ть пошу ку	Джерела інформації
1	2	3	4	5	6
Віброекстру- дер формуючий	Визначення патентоздатності проєктованого апарата й визначення тенденції розвитку цього напрямку в техніці	Україна , США, Росія, Німеччи нна,	МПК – В28В 13/00, 13/02, 1/52, 1/08, 3/02, 11/10, 23,00, 23,18, 3/22, 23/02, 17/00; В28С 5/00, 7/00. УДК 532,137: 666,97	2017– 2018	Національн і й зарубіжні офіційні бюлетені, описи винаходів і корисних моделей, бібліографічні і реферативні видання ВНДІПІ

ДОВІДКА ПРО ПОШУК № ЛН71мп.633271 ДП

Завдання на проведення патентних досліджень: ЛН71мп.633271, 18.09.2018.

Етап: проектування апарата та його складових частин.

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень:
ЛН71мп.633271, 24.09.2018.

Номер, дата регламенту пошуку: ЛН71мп.633271, 25.09.2018.

Початок пошуку: 25.09.2018 Закінчення пошуку: 28.09.2018

Таблиця В.2 – Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	бібліографічні дані	Відомості щодо їхньої дії
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Віброекструдер формуючий	Патент №98351 (UA), МПК В28В 13/00 (2015.01). Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів/ І. А. Андреєв, Я. М. Мартиненко (UA); – Заявка № u201712037, 07.11.2016; Опубл.27.04.2017 Бюл. №8.	Діє
Віброекструдер формуючий	Патент №114555 (UA), МПК В28В 13/02 (2006.01), В28В 1/52 (2006.01), В28В 1/08 (2006.01). Віброекструдер для формування плоских фібробетонних плит / І. А. Андреєв, В. О. Ящук (UA); – Заявка № u201609803, 23.09.2016; Опубл.10.03.2017 Бюл. №5.	Діє
Установка для формування	Патент №111990 (UA), МПК В28В 13/00 (2016.01). Установка для формування виробів з бетонних сумішей/ В. С. Ловеїкін, К. І. Почка (UA), Національний університет біоресурсів і природокористування України (UA);– Заявка № u201606555, 15.06.2017; Опубл.25.11.2017 Бюл. №22.	Діє
Установка для виробництва залізобетонних виробів	Патент № EP3323577 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 23/00 (2006.01), В28В 23/18 (2006.01), В28В 3/22 (2006.01), В28В 23/02 (2006.01),. Method and apparatus for casting prefabricated concrete products/ L. Jarvinen (FI); – Заявка № 17200720.5, 09.11.2017, Опубл. 23.05.2018 Bulletin 2018/21.	Діє
Вакуумний вібропрес	Патент № WO2017/028736 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 3/02 (2006.01), В28В 11/10 (2006.01), В28В 13/00 (2006.01). Vacuum vibration press for forming engineered composite stone slabs/ BANUS, Christopher, T. (US); – Заявка № US2015/051817, 22.08.2016, Опубл. 28.02.2017.	Діє
Вакуумний вібропрес	Патент № WO2017/010984 A1, Int.CI В28В 1/08 (2006.01), В28В 3/02 (2006.01), В28В 11/10 (2006.01), В28В 13/00 (2006.01). Production plant for forming engineered composite stone slabs / BANUS, Christopher, T. (US); – Заявка № US2015/040154, 13.07.2015, Опубл. 19.01.2017.	Діє

Таблиця В.3 – Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
1	2	3
Віброекструдер формуючий	Колодзий И. И., “Машинист бетоноукладчика и формовочного оборудования”. Учебник для проф.-техн. училищ и подготовки рабочих на производстве.	Изд. 4-е, испр. И доп. М., «Вышш. школа», 1974. – 264 стр.

Таблиця В.4 – Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
Віброекструдер формуючий	Україна, США, Німеччина Японія, Росія	МПК – B28B 13/00, 13/02, 1/52, 1/08, 3/02, 11/10, 23,00, 23,18, 3/22, 23/02, 17/00; B28C 5/00, 7/00. УДК 532,137: 666,97	Державний патентний фонд бази даних об’єктів промислової власності, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті http://ep.espacenet.com/ http://ukrpatent.org/ http://freepatent.ru/	Описи винаходів патентів України Описи корисних моделей патентів України Офіційний бюлетень "Промислова власність" Офіційні бюлетені Інтернет-сайти Укрпатенту, Європейського патентного відомства, патентного відомства США	Колодзий И. И., “Машинист бетоноукладчика и формовочного оборудования”. Учебник для проф.-техн. училищ и подготовки рабочих на производстве. Изд. 4-е, испр. И доп. М., «Вышш. школа», 1974. – 264 стр. Процесс смешения при виброэкструзии фибробетона / И.А. Андреев, Ю.Е. Лукач, П.Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1989. – Вып. 49. – С. 34-37.

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН71мп. 633271 РП

Найменування теми Віброекструдер, що змішує

Шифр теми ЛН71мп. 633271.001

Етап Проектування віброекструдера, що змішує та його складових частин

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень ЛН71мп.
633271, 18.09.2018

Обґрунтування регламенту пошуку:

Предмет пошуку – віброекструдер, що змішує .

Мета пошуку інформації – визначення патентної ситуації щодо віброекструдера, що змішує (визначення патентоздатності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці)

Визначення держав пошуку. Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, США, Німеччина, Росія, Болгарія.

Ретроспективність. Термін дії патенту на винахід в Україні – 22 роки, регламент пошуку встановлюємо такий: 2017–2018 рр.

Класифікаційні індекси. Міжнародна патентна класифікація:

МПК – B28B 13/00, 17/00; B28C 5/00, 7/00, 5/12; B01F 5/00, 7/04, 13/02, 15/02.

Уніфікована десятикова класифікація УДК 532,137:666,97

Джерела інформації. 1) Патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Укрпатенту. 2) Науково-технічна інформація: монографії, підручники, статті.

Початок пошуку 18.09.2018

Закінчення пошуку 28.09.2018

Таблиця В.5 – Регламент пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держав а пошуку	Класифікаційні індекси: МПК, НПК, МКПЗ, МКТП, УДК	Ретро спек- тивніс ть пошу ку	Джерела інформації
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Віброекструдер , що змішує	Визначення патентоздатності проєктованого апарата й визначення тенденції розвитку цього напрямку в техніці	Україна , США, Росія, Німеччина, Болгарія	B28B 13/00, 17/00; B28C 5/00, 7/00, 5/12; B01F 5/00, 7/04, 13/02, 15/02; УДК 532,137: 66,97	2017–2018	Національний й зарубіжні офіційні бюлетені, описи винаходів і корисних моделей, бібліографічні і реферативні видання ВНДІПІ

ДОВІДКА ПРО ПОШУК № ЛН71мп. 633271 ДП

Завдання на проведення патентних досліджень: ЛН71мп.633271,
18.09.2018.

Етап: проектування апарата та його складових частин.

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень:
ЛН71мп. 633271, 24.09.2018.

Номер, дата регламенту пошуку: ЛН71мп. 633271, 25.09.2018.

Початок пошуку: 25.09.2018 Закінчення пошуку: 28.09.2018

Таблиця В.6 – Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	бібліографічні дані	Відо- мості щодо їхньої дії
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Віброекструдер для змішування і формування	Патент №117264 (UA), МПК(2017.01) B28B 13/00. Віброекструдер для змішування і формування фібробетонних виробів круглого поперечного/І. А. Андреєв, Т. М. Пригорницький (UA); – Заявка № u201613025, 20.12.2016; Опубл.26.06.2017 Бюл. № 12.	Діє
Пневмо змішувач	Патент №169754 (RU), МПК B28F 5/00 (2006.01), B28F 7/04 (2006.01), B28F 13/02 (2006.01). Противоточный пневмосмеситель для производства дисперсно-армированных смесей / В. А. Уваров, Т. Н. Орехова, Е. А. Шкарпеткин, С. В. Ключев, А. В. Дураченко (RU). Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова" (RU); – Заявка № u2016131844, 02.08.2016; Опубл.31.01.2017, Бюл.№10.	Діє
Змішувач	Патент № WO2018/112561 A1 (UA), Int.CI B28B 13/00 (2006.01), B28B 17/00 (2006.01), B28C 5/00 (2006.01), B28C 7/00 (2006.01). Method and device for producing hydraulically bound bulding materials/ Naydenov Nikolay Lyubomirov (GB). INSOMAT LLC (US); – Заявка № GB2016/000028, 20.12.2016, Опубл. 28.6.2018.	Діє
Змішувач	Патент № WO2017/149040 A1, Int.CI B01F 7/04 (2006.01), B28C 5/12 (2006.01), B01F 15/02 (2006.01). Mixer, system for applyng a building material and method for producing a structure from building material/ P. Kunh, A. Bruhwiler, A. Bourquin, D. Lootens, L. Oblak (CH). SIKA TECHNOLOGY AG [CH]; – Заявка №EP2017/054824, 01.03.2018, Опубл. 08.09.2017.	Діє

Таблиця В.7 – Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
1	2	3
Віброекструдер, що змішує	Андреев И.А., Коротун В.И. Расчет процесса смешения при виброэкструзии фибробетона	Киев. политехн. ин-т. – Киев, 1996.-10 с.- Деп. в УкрНИИТИ 25.01.96, № 369-Ук96.

Таблиця В.8 – Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його скл. част.)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
Віброекструдер, що змішує Змішувач	Україна, США, Німеччина Японія, Росія, Болгарія	B28B 13/00, 17/00; B28C 5/00, 7/00, 5/12; B01F 5/00, 7/04, 13/02, 15/02; УДК 532,137: 66,97	Державний патентний фонд бази даних об'єктів промислової власності, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті http://ep.espacenet.com/ http://ukrpatent.org/ , http://freepatent.ru/	Описи винаходів патентів України Описи корисних моделей патентів України Офіційний бюлетень "Промислова власність" Офіційні бюлетені Інтернет-сайти Укрпатенту, Європейського патентного відомства, патентного відомства США	Колодзий И. И., "Машинист бетоноукладчика и формовочного оборудования". Учебник для проф.-техн. училищ и подготовки рабочих на производстве. Изд. 4-е, испр. И доп. М., «Вышш. школа», 1974. – 264 стр. Процесс смешения при виброэкструзии фибробетона / И.А. Андреев, Ю.Е. Лукач, П.Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1989. – Вып. 49. – С. 34-37.

Додаток Г

**Блок-схема розрахунку, таблиця ідентифікаторів,
програма розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію**

					ЛН71мп.633271.000 ПЗ	Арк.
						200
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Лат		

Дотаток Г.1. Алгоритмічна схема перевірного розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію

Комп'ютерний розрахунок подано в програмі Mathcad.



Рисунок Г.1 – Алгоритмічна схема перевірного розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію

**Додаток Г2. Таблиця ідентифікаторів програми перевірконого
розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію**

Таблиця Г.1 - ідентифікатори програми комп'ютерного розрахунку
потужності, що витрачається на вібрацію.

Найменування величини	Позначення	Ідентифі- катор	Розмірність
1	2	3	4
Статичний момент маси дисбалансів	$m_0 \cdot r_0$	$m0r0$	кг*м
Діаметр цапфи підшипника	d_u	du	м
Кутова частота коливань	ω_1	$\omega 1$	ω^{-1}
Амплітуда переміщення робочого органа	a_p	ap	м
Умовний коефіцієнт тертя для підшипників	λ	λ	-
ККД передачі	η	η	-
Сила, що змушує до коливань	F_0	$F0$	Н
Потужність, що витрачається на кругові коливання	N_k	Nk	Вт
Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках вібророзбудника	N_{mp}	Nmp	Вт
Потужність привода з обліком ККД	N_{np}	Nnp	Вт

Додаток Г3. Програма та результати розрахунку потужності, що витрачається на вібрацію

Розрахунок потужності, що витрачається на вібрацію

Введення даних:

$$m_0 r_0 := 0.046 \quad d_{ц} := 0.05 \quad \omega_1 := 47 \quad a_p := 1 \cdot 10^{-3}$$
$$\lambda := 0.03 \quad \eta := 0.95$$

Розрахунок

Сила, що змушує на коливання:

$$F_0 := m_0 r_0 \cdot \omega_1^2 = 101.614 \quad \text{Н}$$

Потужність, що витрачається на кругові коливання:

$$N_k := 0.5 \cdot F_0 \cdot a_p \cdot \omega_1 = 2.388 \quad \text{Вт}$$

Потужність, що витрачається на тертя в підшипниках віброзбудника:

$$N_{тр} := 0.5 \cdot F_0 \cdot \lambda \cdot d_{ц} \cdot \omega_1 = 3.582 \quad \text{Вт}$$

Потужність привода з обліком ККД:

$$N_{пр} := \frac{N_k + N_{тр}}{\eta} = 6.284 \quad \text{Вт}$$

Додаток К

Патенти, які використані в патентному дослідженні



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98351** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
B28B 13/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 12037	(72) Винахідник(и): Андрєєв Ігор Анатолійович (UA), Мартиненко Ярослав Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.11.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.04.2017	(73) Власник(и): Андрєєв Ігор Анатолійович, пр. Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ, 03162 (UA), Мартиненко Ярослав Миколайович, вул. Ушинського, 5, кв. 1, м. Київ, 03087 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.04.2015, Бюл.№ 8	

(54) ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРЯМОКУТНИХ У ПОПЕРЕЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

(57) Реферат:

Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів містить змонтований на пружних опорах бункер з похилими плоскими стінками, жорстко закріплений на одній з зовнішніх поверхонь бункера збудник коливань і прямокутне роздавальне вікно з перерізом, що відповідає поперечному перерізу формованого виробу. Бункер містить вісім похилих стінок, чотири з яких розширюються донизу, де утворюють своїми крайками роздавальне вікно. Інші чотири трикутні стінки розташовуються поміж першими стінками і звужуються донизу до кутів прямокутного роздавального вікна.

UA 98351 U



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 114555

(13) U

(51) МПК

B28B 13/02 (2006.01)

B28B 1/52 (2006.01)

B28B 1/08 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2016 09803****(22)** Дата подання заявки: **23.09.2016****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.03.2017****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.03.2017, Бюл.№ 5****(72)** Винахідник(и):**Андрєєв Ігор Анатолійович (UA),
Ящук Віталій Олександрович (UA)****(73)** Власник(и):**Андрєєв Ігор Анатолійович,
пр. Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ, 03162
(UA),
Ящук Віталій Олександрович,
пров. Ковальський, 5, кв. 114, м. Київ, 03057
(UA)****(54) ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ****(57)** Реферат:

Віброекструдер для формування плоских фібробетонних плит містить змонтований на пружних опорах бункер з плоскими стінками, жорстко закріплений на одній з зовнішніх поверхонь бункера збуджувач коливань і прямокутне роздавальне вікно з перерізом, що відповідає поперечному перерізу формованого виробу. Кути між протилежними плоскими стінками бункера на ділянках течії фібробетонних сумішей різних складів змінюються пропорційно величинам вібров'язкостей цих сумішей. Одна з протилежних плоских стінок виконується вертикальною.

UA 114555 U



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **117267** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B28B 13/00

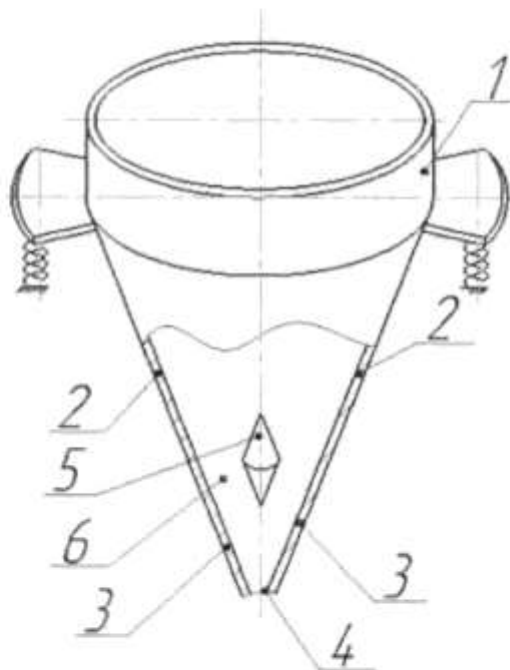
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2016 13025	(72) Винахідник(и):	Андрєєв Ігор Анатолійович (UA), Пригорницький Тарас Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки:	20.12.2016	(73) Власник(и):	Андрєєв Ігор Анатолійович, пр-кт Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ, 03162 (UA), Пригорницький Тарас Миколайович, вул. Металістів, 8, кв. 538, м. Київ, 03057 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	26.06.2017		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.06.2017, Бюл.№ 12		

(54) ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ І ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

(57) Реферат:

Віброекструдер для змішування і формування фібробетонних виробів круглого поперечного перерізу містить бункер у вигляді перевернутого зрізаного конуса, стінки якого своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, збудник коливальних рухів і напрямний пристрій, що встановлений всередині бункера з можливістю переміщення його по висоті бункера і фіксації на стінках бункера в заданому положенні. Направний пристрій виконано у вигляді подвійного конуса.



UA 117267 U



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111990** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
B28B 13/00

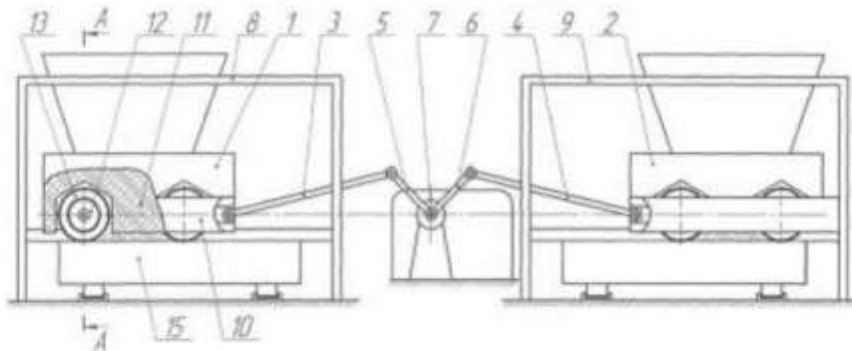
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2016 06555	(72) Винахідник(и):	Ловейкін Вячеслав Сергійович (UA), Почка Костянтин Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки:	15.06.2017	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ-41, 03041 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.11.2017		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.11.2017, Бюл.№ 22		

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВИРОБІВ З БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

(57) Реферат:

Установка для формування виробів з бетонних сумішей містить два формувальні пристрої, які приводяться в зворотно-поступальний рух від спільного приводу з двома кривошипно-повзунними механізмами, кривошипи яких жорстко закріплені на одному приводному валу. Одна із секцій основного робочого органу установки - ролика - виконана у вигляді металевого циліндра з пневматичною шиною на його поверхні, а інша на своїй поверхні має гумове напilenня.



Фиг. 1

UA 111990 U



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 07.09.2018)

Пошлина: учтена за 3 год с 03.08.2018 по 02.08.2019

(21)(22) Заявка: [2016131844](#), 02.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.08.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.08.2016

(45) Опубликовано: [31.03.2017](#) Бюл. № [10](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 141488 U1, 10.06.2014. RU 102533
U1, 10.03.2011. RU 2188064 C1, 27.08.2002.
US 4349280 A, 14.09.1982.

Адрес для переписки:

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46,
БГТУ им. В.Г. Шухова, отдел создания и
оценки объектов интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Уваров Валерий Анатольевич (RU),
Орехова Татьяна Николаевна (RU),
Шкарпеткин Евгений Александрович
(RU),
Клюев Сергей Васильевич (RU),
Дураченко Андрей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский
государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова" (RU)

(54) ПРОТИВОТОЧНЫЙ ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области **производства** строительных материалов, а именно к оборудованию для получения дисперсно-армированных смесей при **производстве** высококачественных **фибробетонов**.

Задачей, на решение которой направлена полезная модель, является повышение качества дисперсно-армированной смеси на основе фиброволокна за счет увеличения степени распушения фиброволокна.

Это достигается тем, что противоточный пневмосмеситель для **производства** дисперсно-армированных смесей, содержащий корпус, выполненный в виде горизонтального конфузора с наклонными соплами 11, введенными в корпус 5 тангенциально, подающую трубу 1 с загрузочными бункерами и воздушными соплами 8 и 9, со стороны выгрузки в корпусе установлен имеющий вид полого цилиндра с радиальными отверстиями на образующей патрубков с загрузочным бункером 14 и воздушным соплом 13. В предложенном решении на подающей трубе 1 размещен ротационный распределитель 2 с конус-рассекателем 3 и выходными отверстиями, образованными лопатками.

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности

Международное бюро

(43) Дата международной публикации
28 июня 2018 (28.06.2018)



WIPO | РСТ



(10) Номер международной публикации

WO 2018/112561 A1

(51) Международная патентная классификация :
в 28B 13/00 (2006.01) в 28C 5/00 (2006.01)
в 28B 17/00 (2006.01) в 28C 7/00 (2006.01)

(21) Номер международной заявки : PCT/BG20 16/000028

(22) Дата международной подачи :
20 декабря 2016 (20.12.2016)

(25) Язык подачи : Русский

(26) Язык публикации : Русский

(71) Заявитель : ИНСОМАТ ЛЛС (INSOMAT LLC)
[US/US]; П.О. офис 5495 I, Атланта, ГА, 30308, Atlanta
(US).

(72) Изобретатель : НАЙДЕНОВ, Николай Любомиро -
вич (NAYDENOV, Nikolay Lyubomirov); ул. Будапе -
ща, 73, София, 1202, Sofia (BG).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ,

UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

— об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

Опубликована :

— с отчетом о международном поиске (статья 21.3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING HYDRAULICALLY BOUND BUILDING MATERIALS

(54) Название изобретения : МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СВЯЗАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Abstract: A method and a device for the continuous production of hydraulically bound building materials are claimed. Changes are proposed to the location of a mixer. Instead of a ready-made mixture of hydraulic binders being fed along a pipe from a mixer to a laying site, the mixer is located at said site. A dry mixture of hydraulic binders is fed along one pipe. Water and foam are fed through other pipes. The hydraulic binders can be mixed with an inert filler at the moment of laying. A ready-made suspension is poured using the mixer, and other fillers are poured through a pipe. There is no mechanical mixing because the suspension and the inert fillers are evenly distributed in the applied layer. The invention includes positioning the mixer for continuous production on easily portable devices having a length equal to the length of laying of the hydraulically bound materials. The novel horizontal structure is divided into two parts, to which a third part can be added to increase the structure to a given size.

(57) Реферат : Метод и устройство для непрерывного производства гидравлических связующих строительных материалов. Изменения в месте расположения смесителя. Вместо готовой смеси гидравлических вяжущих из смесителя будет подаваться по трубопроводу к размещению, смеситель помещается на месте применения. Сухую смесь гидравлических вяжущих подается по трубопроводу. В других трубопроводах подается вода и пена. Смешивание гидравлических вяжущих с инертными наполнителями могут быть выполнены в момент укладки. С помощью смесителя наливают готовую суспензию, а через другой трубопровод наполнителями. Отсутствует механическое перемешивания, так как суспензия и инертные наполнители, распределяются равномерно нанесенного слоя. Изобретение включает в себя размещение смесителя для непрерывного производства не легких портативных устройств с длиной, равной длине укладки гидравлически связанных материалов. Новая горизонтальная структура разделена на две части, из которых можно разместить третью часть расширения структуры до заданного размера.



WO 2018/112561 A1



(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:
23.05.2018 Bulletin 2018/21

(51) Int Cl.:
B28B 1/08 (2006.01) **B28B 3/22** (2006.01)
B28B 23/00 (2006.01) **B28B 23/02** (2006.01)
B28B 23/18 (2006.01)

(21) Application number: **17200720.5**

(22) Date of filing: **09.11.2017**

(84) Designated Contracting States:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Designated Extension States:
BA ME
Designated Validation States:
MA MD

(71) Applicant: **Elematic Oyj**
37801 Akaa (FI)

(72) Inventor: **JÄRVINEN, Lassi**
37600 Valkeakoski (FI)

(74) Representative: **Berggren Oy, Helsinki & Oulu**
P.O. Box 16
Eteläinen Rautatiekatu 10A
00101 Helsinki (FI)

(30) Priority: **14.11.2016 FI 20165851**

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR CASTING PREFABRICATED CONCRETE PRODUCTS**

(57) Method and apparatus (1; 21) for casting prefabricated concrete products with a substantially horizontal slipform casting process, where the concrete mass is fed in at least one feeding stage (2; 22, 23) to a slipform casting mold (4, 5, 6) compacting and defining the prod-

uct to be cast, wherein at least one part (10; 25) is embedded in the concrete mass after the at least one concrete mass feeding stage (2; 22, 23) and before the final compaction of the upper surface of the product to be cast.

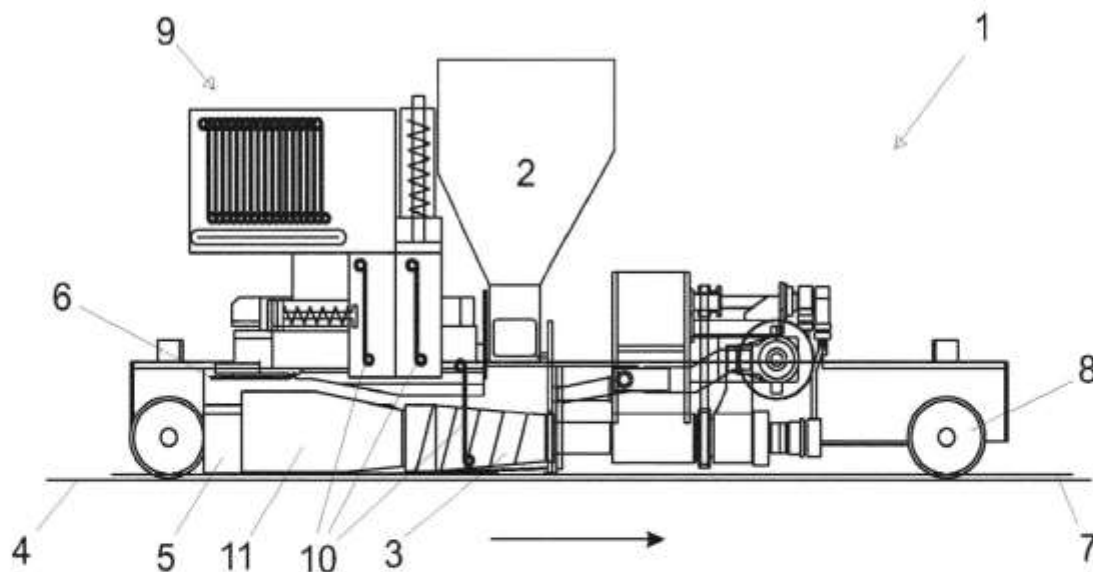


FIG. 1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

8. September 2017 (08.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2017/149040 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01F 7/04 (2006.01) B01F 15/02 (2006.01)

B28C 5/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054824

(22) Internationales Anmeldedatum:

1. März 2017 (01.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

16158056.8 1. März 2016 (01.03.2016) EP

(71) Anmelder: SIKA TECHNOLOGY AG [CH/CH];
Zugerstrasse 50, 6340 Baar (CH).

(72) Erfinder: KUHN, Patrick; Zelgwiesenstrasse 19, 8046
Zürich (CH). BRÜHWILER, Armin; Soorstrasse 4, 9606
Bütschwil (CH). BOURQUIN, Raphael; Hinterdorfstrasse
34, 8174 Stadel (CH). LOOTENS, Didier;
Grundwiesstrasse 2, 8700 Küsnacht (CH). OBLAK,
Luka; Grünaurig 20, 8064 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: MIXER, SYSTEM FOR APPLYING A BUILDING MATERIAL AND METHOD FOR PRODUCING A STRUCTURE
FROM BUILDING MATERIAL

(54) Bezeichnung : MISCHER, SYSTEM ZUM APPLIZIEREN EINES BAUSTOFFES UND VERFAHREN ZUM
HERSTELLEN EINER STRUKTUR AUS BAUMATERIAL

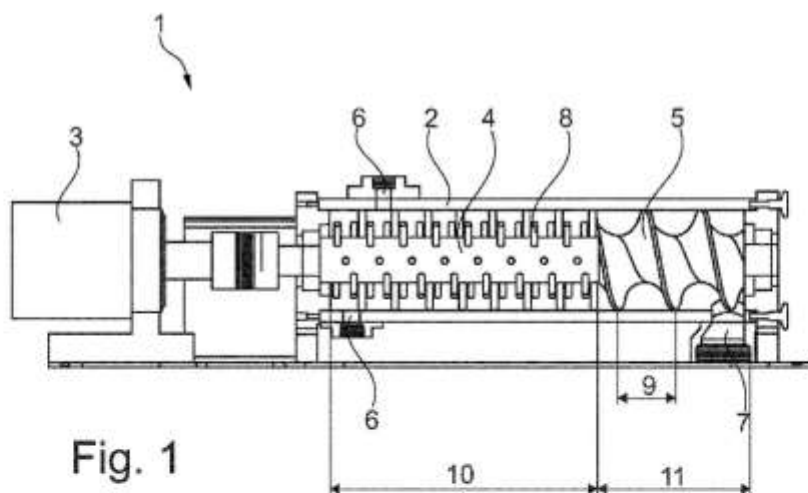


Fig. 1

(57) Abstract: A mixer (1) has a drum (2) with at least one inlet (6) and one outlet (7). The mixer (1) further has a drive (3) and a stirring shaft (4), which is arranged in the drum (2) and coupled to the drive (3). The mixer (1) further has a conveyor device (5) which is arranged in the drum (2), on the same axis as the stirring shaft (4).

(57) Zusammenfassung: Ein Mischer (1) umfasst eine Trommel (2) mit zumindest einem Einlass (6) und einem Auslass (7). Der Mischer (1) umfasst weiterhin einen Antrieb (3) und eine Rührwelle (4), welche in der Trommel (2) angeordnet ist und welche mit dem Antrieb (3) gekoppelt ist. Weiterhin umfasst der Mischer (1) eine Fördervorrichtung (5), welche in der Trommel (2) angeordnet ist und welche auf einer selben Achse wie die Rührwelle (4) angeordnet ist.

(43) International Publication Date
28 February 2017 (28.02.2017)

(51) International Patent Classification:

B28B 1/08 (2006.01) B28B 11/10 (2006.01)
B28B 3/02 (2006.01) B28B 13/00 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2015/051817

(22) International Filing Date:

22 August 2015 (22.08.2012)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

61/526,308 23 August 2014 (23.08.2014) US

(72) Inventor; and

(71) Applicant: BANUS, Christopher, T. [US/US]; 46 C Bay Ridge Drive, Nashua, NH 03063 (US).

(74) Agents: BURUM, Douglas, P. et al.; Maine Cernota & Rardin, 547 Amherst St., 3rd Floor, Nashua, NH 03063 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

— of inventorship (Rule 4.17(iv))

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: VACUUM VIBRATION PRESS FOR FORMING ENGINEERED COMPOSITE STONE SLABS

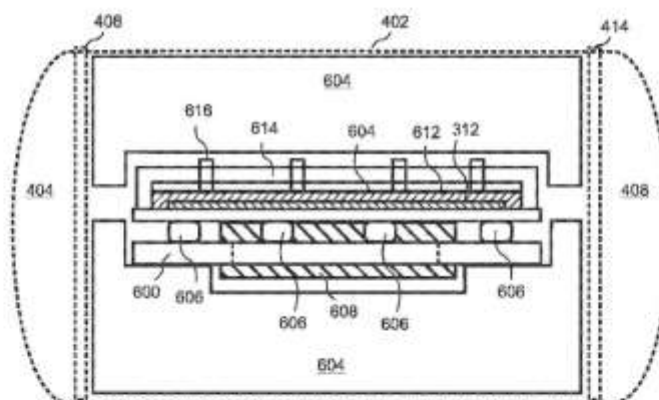


Figure 6B

(57) Abstract: A vacuum vibration press for making composite stone slabs applies as much or more vibration and pressure than a conventional Breton press, while weighing less, costing less to manufacture, providing shorter press cycle times, and requiring less energy consumption. Instead of vibrating the entire vacuum chamber, the press includes vibration devices within the vacuum chamber which vibrate only the pressing apparatus. Instead of more than 100 tons, the press vibrates less than 5000 pounds of apparatus, using less than 25 hp instead of 100-300 hp. In embodiments, vacuum volume reduction blocks reduce the volume to be evacuated within the chamber. Embodiments use screw jacks and springs or air bags to provide controlled pressing force and precisely uniform slab thickness. The vibration can be vertical and/or horizontal, linear and/or circular, and mechanical and/or ultrasonic. Slabs can be inserted and removed on a conveyor belt or in separate trays on rollers.



(51) International Patent Classification:

B28B 1/08 (2006.01) B28B 11/10 (2006.01)
B28B 3/02 (2006.01) B28B 13/00 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2015/040154

(22) International Filing Date:

13 July 2015 (13.07.2015)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(72) Inventor; and

(71) Applicant : CHRISTOPHER T., Banus [US/US]; 46 C Bay Ridge Drive, Nashua, New Hampshire 03062 (US).

(74) Agents: BURUM, Douglas P et al.; Maine Cernota & Rardin, 547 Amherst St., 3rd Floor, Nashua, New Hampshire 03063 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,

KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii))
- of inventorship (Rule 4.17(iv))

Published:

- with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: PRODUCTION PLANT FOR FORMING ENGINEERED COMPOSITE STONE SLABS

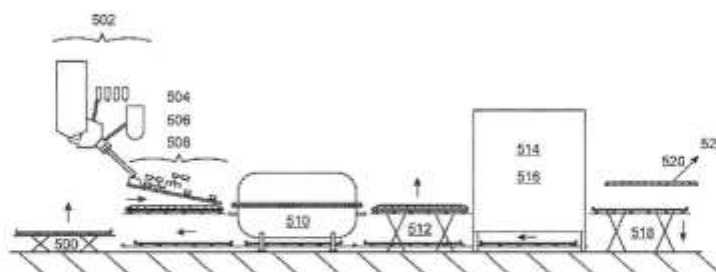


Figure 5B

(57) Abstract: An engineered stone production plant includes a vacuum vibration press ("VVP") suspended above the ground, so that a conveyor belt and/or returning empty trays or molds from a curing oven to a mixing station can pass beneath the VVP. Rigid, self-supporting trays or molds can convey slabs through the plant on rollers, which allow independent horizontal movement of the slabs during spreading and coloring/veining of the slab mixture. Embodiments include air levitation for transporting slabs into and out of the VVP. The curing oven can be air-heated. The pressing plate can be sealed with the tray or mold by walls that extend downwardly from the press plate over a flexible covering sheet, by a gasket surrounding the pressing plate, or by an angle strip surrounding the slab mixture. In embodiments, the slab size can be changed by exchanging elastomeric mold walls, or by exchanging molds and pressing platens.

Додаток Л

Публікації автора

Публікації автора

пошукача кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Гайдіна Євгенія Миколайовича

1. Гайдін Є. М. Віброекструдер формування плоских фібробетонних виробів/ Гайдін Є. М., Андреев І. А. // Збірник тез доповідей XXI всеукраїнської науково–практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів». – 2017. - с.10-11.
2. Пат. №123183 України. МПК (2017.01) B28B 13/00. Віброекструдер формування плоских фібробетонних виробів / Андреев І. А., Гайдін Є. М.; заявники Андреев І. А., Гайдін Є. М.; № u 201709867; заявл. 12.10.2017; опубл. 12.02.2018, Бюл. №3.
3. Гайдін Є. М. Сучасні напрямки у виробництві фібробетонних виробів / Гайдін Є. М., Андреев І. А.// Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково–практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – 2018. - с.15-16.
4. Гайдін Є. М. Віброекструзійне формування плоских фібробетонних виробів з підвищеною повздовжньою орієнтацією фібр / Андреев І. А., Гайдін Є. М. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2018. – №1(17). – С. 7-10.
5. Гайдін Є. М. Розрахунок процесу змішування фібробетонної суміші в удосконаленому віброекструдері / Гайдін Є. М., Андреев І. А. // Збірник тез доповідей XV міжнародної науково–практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – 2018. – с. 22-23.

ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

студент Гайдін Є.М., к.т.н., доц. Андреев І. А.

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені І.Сікорського"**

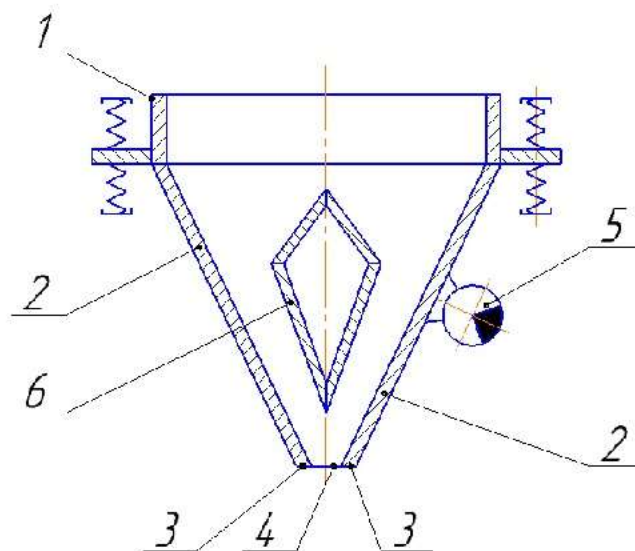
Значне зниження в'язкості матриці, при якому можливо здійснювати її армування будь-якими фібрами при знижених водоцементних відношеннях і без використання поверхнево – активних речовин можна досягти застосуванням віброекструзійного способу формування, розробленого у Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

Для виготовлення якісних фібробетонних плоских плит авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера, яка дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів, досягаючи при цьому переважно поздовжньої орієнтації фібр у всьому виробі [1].

Віброекструдер містить бункер 1 з похилими плоскими стінками 2, які своїми нижніми ділянками 3 утворюють роздавальне вікно 4, закріплений на бункері 1 збуджувач коливань 5, а також змонтований в бункері 1 направляючий пристрій 6, який у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда (Фіг.). Верхня і нижня пари плоских стінок направляючого пристрою 6 утворюють з похилими плоскими стінками 2 бункера 1 дві пари симетричних каналів (див. рисунок).

Пристрій працює таким чином. У верхню частину бункера 1 завантажують фібробетонну суміш і вмикають збуджувач коливань 5. Внаслідок коливань, які передаються від збуджувача коливань 5 до похилих плоских стінок 2 і направляючого пристрою 6 фібробетонна суміш в бункері 1 розріджується і послідовно перетікає по каналах, які утворюються між направляючим пристроєм 6 і стінками 2 в напрямку роздавального вікна 4. В

процесі зсувного плину в бункері 1 фібробетонна суміш додатково перемішується за рахунок зсувних деформацій. При протіканні суміші в каналі біля нижньої частини направляючого пристрою 6, де зсувні деформації найбільші, здійснюється розвертання фібр у напрямку, близькому до поздовжнього. Виходячи з роздавального вікна 4 сформований плоский фібробетонний виріб подається у форму.



1 – бункер, 2 – плоскі похилі стінки, 3 – нижні ділянки стінок, 4 – роздавальне вікно, 5 – збуджувач коливань, 6 – направляючий пристрій

Рис. – Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів

Пропонована конструкція нескладна у виготовленні та експлуатації, дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів, досягаючи при цьому переважно поздовжню орієнтацію фібр у всьому виробі.

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК (2017.01). В28В13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів. Андреев І. А., Гайдін Є. М.; заявник вони ж. — № u 201709867; заявл. 12.10.2017.



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123183** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B28B 13/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 09867**
(22) Дата подання заявки: **12.10.2017**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.02.2018**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **12.02.2018, Бюл.№ 3**

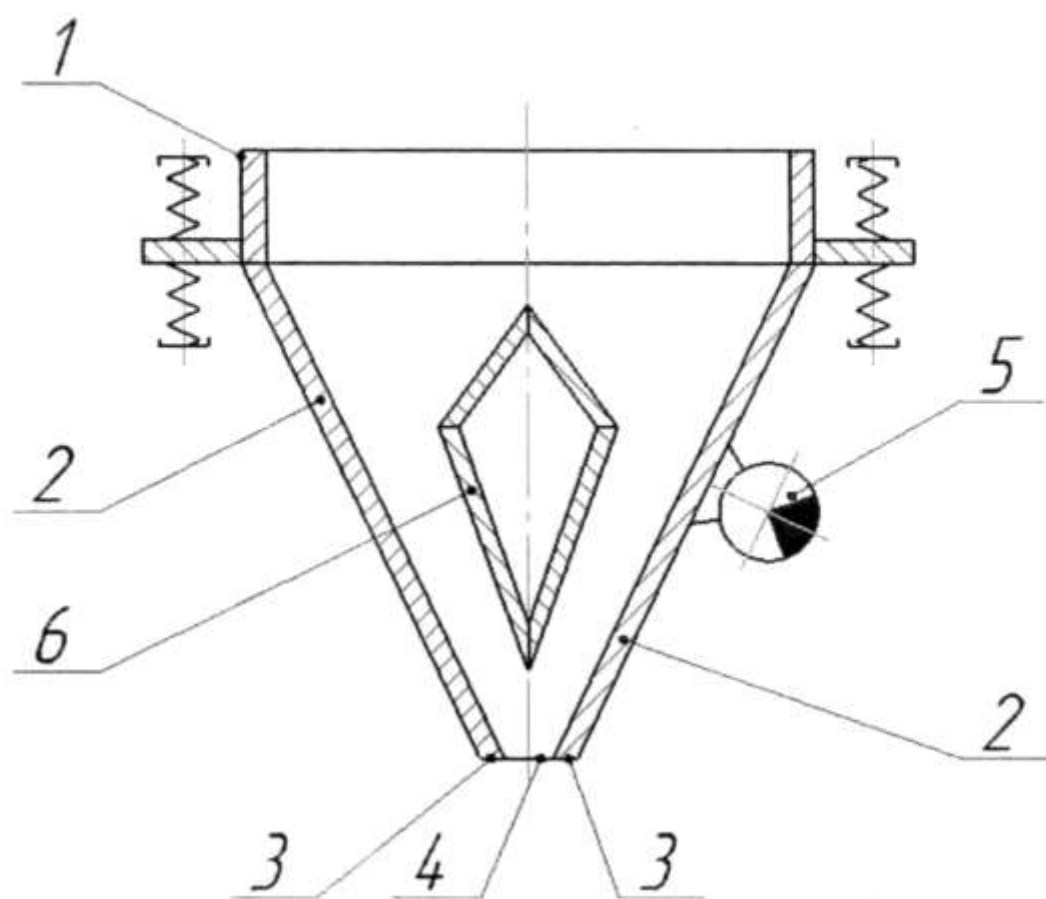
(72) Винахідник(и):
Андрєв Ігор Анатолійович (UA),
Гайдін Євгеній Миколайович (UA)
(73) Власник(и):
Андрєв Ігор Анатолійович,
просп. Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ,
03162 (UA),
Гайдін Євгеній Миколайович,
вул. Металістів, 5, кв. 610, м. Київ, 03057
(UA)

(54) ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

(57) Реферат:

Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів містить бункер з плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також направляючий пристрій, що встановлений всередині бункера. Направляючий пристрій у поздовжньому перерізі виконують у вигляді дельтоїда.

UA 123183 U



Корисна модель належить до виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, зокрема до виробництва виробів з будівельних сумішей і, в першу чергу, з фібробетону.

Відомий віброекструдер для подавання бетонних сумішей у форму, що містить бункер з похилими плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також змонтовані в бункері одна над одною похилі перегородки [а.с. СРСР № 1458243, МПК4 В28В 13/02, заявл. 31.03.1987, опубл. 15.02.1989]. Недолік зазначеної конструкції - мала продуктивність і невисокий змішувальний ефект, а отже - і невисока якість одержуваної продукції.

Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого технічного рішення є віброекструдер для подавання бетонних сумішей у форму, що містить бункер з похилими плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також змонтовані в бункері одна над одною щонайменше дві пари з'єднаних між собою вершинами похилих перегородок [а.с. СРСР № 1616821, МПК5 В28В 13/02, заявл. 27.06.1988, опубл. 30.12.1990]. Цей віброекструдер за рахунок наявності двох паралельних змішувально-живильних ділянок, утворених відповідними похилими перегородками і похилими плоскими стінками бункера, забезпечує значну продуктивність. Недоліком цього віброекструдера є те, що у випадку формування у ньому плоских фібробетонних виробів здійснюється переважно поперечна орієнтація фібр в центральній частині виробу під час перетікання суміші в бункері під направляючий пристрій у вигляді пари з'єднаних між собою вершинами похилих перегородок, а отже - і невисока якість продукції.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення віброекструдера для формування плоских фібробетонних виробів, в якому його нове конструктивне виконання забезпечує переважно поздовжню орієнтацію фібр по всьому перерізу виробів, а отже і покращення якості виробів.

Поставлена задача вирішується тим, що у віброекструдері для формування плоских фібробетонних виробів, що містить бункер з плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також направляючий пристрій, що встановлений всередині бункера, згідно з корисною моделлю, новим є те, що направляючий пристрій у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда.

Виконання віброекструдера із зазначеними відмітними ознаками забезпечує переважно поздовжню орієнтацію фібр в плоскому виробі при його формуванні за рахунок направленої зсувної руху фібробетонної суміші поблизу нижньої частини направляючого пристрою, а отже і більш ефективне використання армуючих властивостей фібр.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено поздовжній розріз віброекструдера.

Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів містить бункер 1 з похилими плоскими стінками 2, які своїми нижніми ділянками 3 утворюють роздавальне вікно 4, закріплений на бункері 1 збуджувач коливань 5, а також змонтований в бункері 1 направляючий пристрій 6, який у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда (креслення). Верхня і нижня пари плоских стінок направляючого пристрою 6 утворюють з похилими плоскими стінками 2 бункера 1 дві пари симетричних каналів.

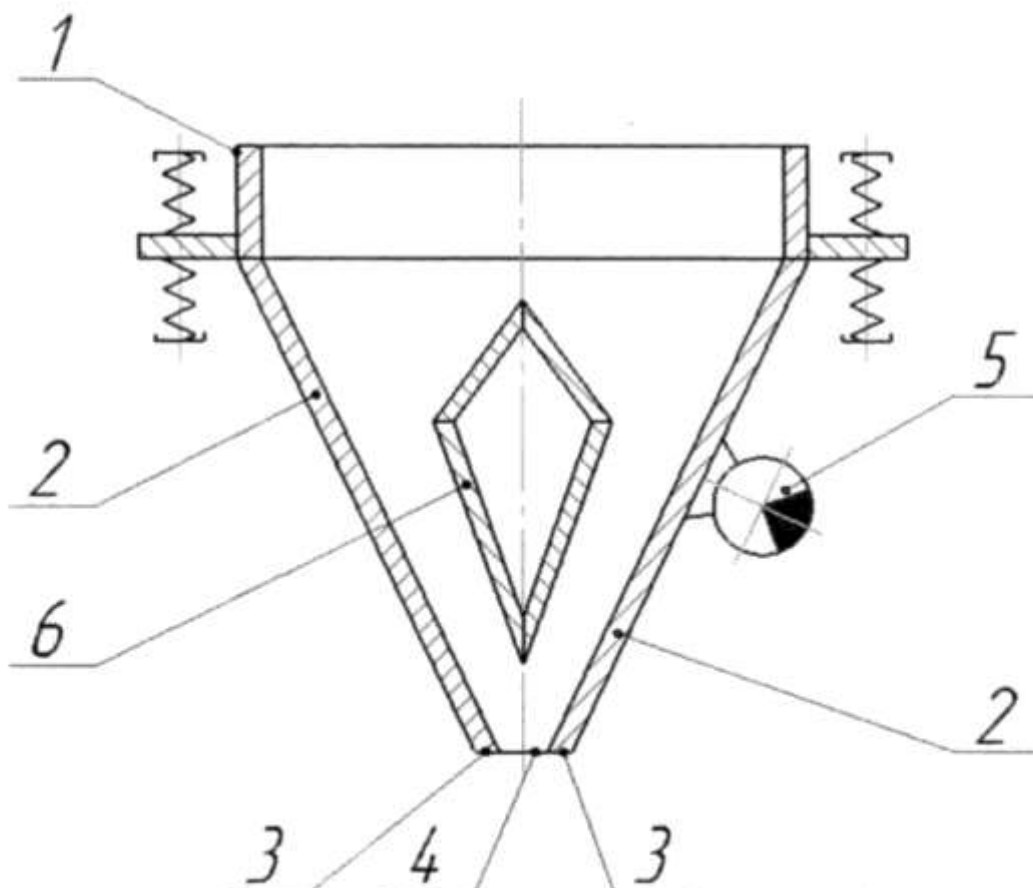
Віброекструдер працює в такий спосіб.

У верхню частину бункера 1 завантажують фібробетонну суміш і вмикають збуджувач коливань 5. Внаслідок коливань, які передаються від збуджувача коливань 5 до похилих плоских стінок 2 і направляючого пристрою 6 фібробетонна суміш в бункері 1 розріджується і послідовно перетікає по каналах, які утворюються між направляючим пристроєм 6 і стінками 2 в напрямку роздавального вікна 4. В процесі зсувного плину в бункері 1 фібробетонна суміш додатково перемішується за рахунок зсувних деформацій. При протіканні суміші в каналі біля нижньої частини направляючого пристрою 6, де зсувні деформації найбільші, здійснюється розвертання фібр у напрямку, близькому до поздовжнього. Виходячи з роздавального вікна 4, сформований плоский фібробетонний виріб подається у форму.

Пропонована конструкція нескладна у виготовленні та експлуатації, дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів, досягаючи при цьому переважно поздовжню орієнтацію фібр у всьому виробі.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів, що містить бункер з плоскими стінками, які своїми нижніми ділянками утворюють роздавальне вікно, закріплений на бункері збуджувач коливань, а також направляючий пристрій, що встановлений всередині бункера, який **відрізняється** тим, що направляючий пристрій у поздовжньому перерізі виконують у вигляді дельтоїда.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ У ВИРОБНИЦТВІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

студент Гайдін Є.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Дисперсне армування бетону є сучасним напрямком покращення практично всіх його основних фізико-механічних характеристик за рахунок залучання фібр у спільну роботу з бетоном при виникненні напружень.

Через високі показники характеристик міцності при стиску фібробетонні конструкції в наш час знаходять застосування в якості стійок, опор, колон, стовпів і т. і.

У випадку віброекструзійного формування прямокутних у поперечному перерізі стовпчиків запропоновані конструкції, які забезпечують підвищення швидкості плинності суміші у кутових зонах роздавального вікна і, відповідно, покращення якості виробів за рахунок зменшення різниці в об'ємній витраті суміші різних ділянок роздавального вікна (патенти України №№ 98351 U, 102667 U).

Для забезпечення переважно поздовжньої орієнтації дисперсної арматури при формуванні круглих у поперечному перерізі стовпчиків всередині бункера віброекструдера встановлюється направляючий пристрій з можливістю переміщення його по висоті і фіксації на стінках бункера в заданому положенні (патент України № 117267 U).

Корозійно стійкі опори підвищеної несучої спроможності виконуються у вигляді трубчатої оболонки з полімерного композиційного матеріалу, які заповнюються фібро бетонною сумішшю (патент РФ № 175705 U1).

При виготовленні плоских плит вважається раціональним виконувати їх з різною кількістю фібрової арматури зовні і всередині залежно від призначення виробів (патент України № 93498 U, патенти РФ № 177130 U1, 2595020 C2).

Особливої популярності в якості дисперсної арматури набули базальтові фібри. Як показали результати досліджень, проведених вченими Інституту проблем матеріалознавства НАН України, найбільш ефективними, з погляду корозійної стійкості й економічності, для дисперсного армування бетонів є грубі базальтові волокна діаметром більш 50 мкм. Такі волокна не знижують своєї міцності в лужному середовищі портландцементу, що твердіє, а порівняно з металевими фібрами в 5–10 разів дешевше. Ці переваги грубих базальтових волокон у сполученні з високою міцністю на розрив (150–400 МПа) свідчать про доцільність і перспективність їхнього використання як дисперсної арматури.

Останні результати дослідів властивостей фібробетонів, які були проведені в Інституті електрозварки ім. Е.О.Патона НАН України, НДІСК, КНУСА і закордоном [1], підтвердили ефективність використання базальтових фібр, як найкращих з класу неметалевої дисперсної арматури.

Армування бетону грубими волокнами з тендітних матеріалів має істотну відмінність від армування тонкими мінеральними чи металевими фібрами. Зі збільшенням діаметра від 10 мкм до 100...150 мкм питома поверхня фібр зменшується на порядок, а твердість збільшується на три порядки. Для одержання задовільних показників міцності виробів необхідно істотно збільшувати в них кількість фібр. Крім того, варто враховувати, що фібри, які мають підвищену твердість, не повинні сприймати великі згинаючі і зсувні навантаження у процесі перемішування та формування.

Значного зменшення в'язкості матриці, при якому можливо здійснювати її армування грубими базальтовими волокнами при знижених водоцементних відношеннях і без використання поверхнево – активних речовин можна досягти застосуванням віброекструзійного способу формування.

Перелік посилань:

1. Влияние материала фибры на эксплуатационные свойства бетонов // Будівельний журнал. – 2012. – № 7-8 (82-83). С. 61-62.

ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 532.137: 666.97

АНДРЕЄВ І. А., к. т. н., доц.; ГАЙДІН Є. М., магістр

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВІБРОЕКСТРУЗИЙНЕ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ПОЗДОВЖНЬОЮ ОРІЄНТАЦІЄЮ ФІБР

Для виготовлення якісних фібробетонних плоских плит авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера з направляючим пристроєм у вигляді дельтоїда. Удосконалений апарат дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів, досягаючи при цьому переважно поздовжньої орієнтації фібр у всьому виробі. Запропонована методика розрахунку ступеня орієнтування фібр при плинні фібробетонної суміші в каналі бункера віброекструдера і у готовому плоскому виробі. Визначено вплив геометрії формуючого каналу на розташування дисперсної арматури у виробі. Розроблено програму і надано результати розрахунку розташування фібр у плоскій плиті товщиною 40 мм. Результати роботи передбачається використовувати при проектуванні нового віброекструзійного обладнання для виготовлення фібробетонних виробів.

Ключові слова: віброекструзія, фібробетон, орієнтація фібр.

© Андреев И. А., Гайдін Є. М., 2018.

Вступ. В процесі віброекструзії здійснюється природне орієнтування фібр вздовж осі формування за рахунок зсувних деформацій, які виникають при плинні суміші в каналі бункера віброекструдера. Але така орієнтація дисперсної арматури різниється по перерізу виробів, пропорційна сумарним деформаціям зсуву і залежить від розмірів і конструкції формуючого обладнання.

Ефективність дисперсного армування збільшується при направленій орієнтації фібр уздовж діючих зусиль у виробі. Для забезпечення переважно поздовжньої орієнтації фібр у плоскому виробі авторами було запропоновано віброекструдер виконувати зі спеціальним направляючим пристроєм [1]. Удосконалений віброекструдер містить бункер 1 з похилими плоскими стінками 2, які своїми нижніми ділянками 3 утворюють роздавальне вікно 4, закріплений на бункері 1 збуджувач коливань 5, а також змонтований в бункері 1 направляючий пристрій 6, який у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда. Верхня і нижня пари плоских стінок направляючого пристрою 6 утворюють з похилими плоскими стінками 2 бункера 1 дві пари симетричних каналів (рис. 1).

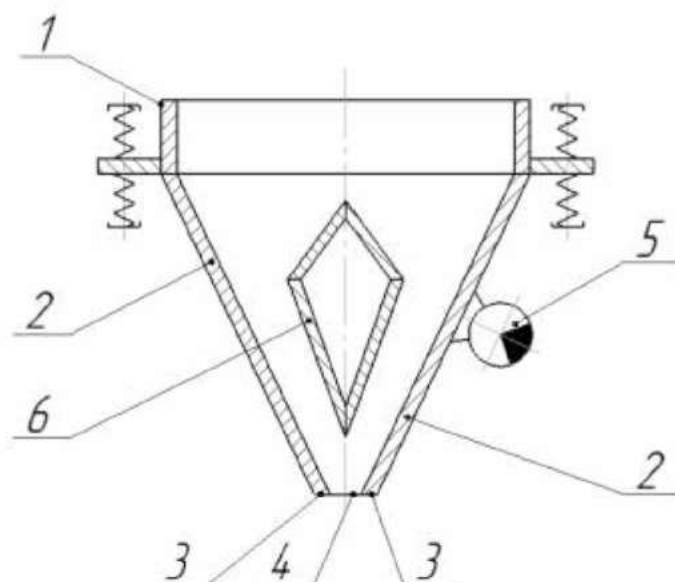
Цілі статті. Задачею статті є представлення основних результатів теоретичних досліджень процесу орієнтування фібр при віброекструзії плоских фібробетонних виробів в удосконаленому віброекструдері.

Математичний опис процесу орієнтування фібр при віброекструзії. При розгляді процесу віброекструзії враховуємо, що вібруючі фібробетонні суміші являють собою псевдоньютонівські системи [2].

В процесі віброекструзії фібробетонна суміш послідовно проходить чотири зони (рис. 2), де канали довжиною l , відрізняються за своєю формою. В першій, третій і четвертій зонах здійснюється плин між плоскими збіжними нерухомими стінками, а у другій – в плоскій щілині, який можна розглядати як плоский пуазейлівський плин.

Висота шару суміші у бункері при віброекструзії підтримується постійною. Вважається, що на поверхні суміші у бункері фібри розташовані горизонтально. За напрямком плин у 1, 2 і 4 каналах приймаються прямі, які проходять через точки перетину продовжень похилих стінок каналів. Конструктивно приймаємо для 3 зони нахил нижньої частини направляючого пристрою таким же, як і нахил стінок бункера віброекструдера.

Для розрахунку орієнтування фібр при плинні суміші у 1, 2 і 4 зонах скористаємось отриманою раніше формулою для визначення кута нахилу фібр β відносно осі плин у результаті проходження сумішшю плоского каналу, що звужується [3]:



1 – бункер, 2 – плоскі похилі стінки, 3 – нижні ділянки стінок, 4 – роздавальне вікно, 5 – збуджувач коливань, 6 – направляючий пристрій

Рис. 1 – Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів (подовжній розріз)

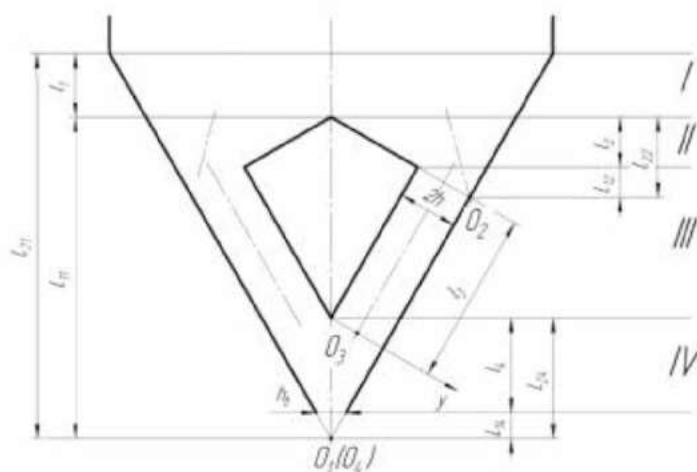


Рис. 2 – Розрахункова схема процесу плинущі суміші у каналах бункера віброекструдера

$$\beta_i = \arctg \left| \frac{2 \sin 2\varphi (l_{2i} - l_{1i})^2}{L_{1i} L_{2i} (\cos 2\varphi_i - \cos 2\varphi_0) \ln \frac{l_{2i}}{l_{1i}}} \right|$$

де L_{1i} - відстань від початку координат до вихідного зрізу каналу, м; $l_{2i} - l_{1i} = l_i$ - довжина каналу, м;

φ_0 - кут нахилу стінки каналу до вертикалі, рад; φ_i - поточний кут, рад; i - номер каналу.

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі формування в результаті проходження сумішню плоского каналу, що звужується:

$$\alpha_i = \beta_i + \varphi_i.$$

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі плин у результаті проходження сумішню плоскої щілині шириною $2h$ довжиною l (3 зона) визначається за формулою [4]:

$$\alpha_3 = \arctg \left| \frac{2yl_3}{h^2 - y^2} \right|,$$

Розглянемо праву частину симетричного бункера віброекструдера.

При проходженні сумішню 1 зони фібри будуть розвертатися проти годинникової стрілки на кут $90^\circ - \varphi_1 - \beta_1$, але не більше ніж $90^\circ - \varphi_1$ і найбільший розворот буде біля стінки бункера, де деформація зсуву максимальна. $\alpha_1 = \varphi_{01} = 30^\circ$ (рис. 3). По осі бункера віброекструдера ($\varphi_1 = 0^\circ$) деформація зсуву дорівнює 0, фібри розвертатися не будуть і тому кут $\alpha_1 = 90^\circ$. На виході з першої зони при $0^\circ < \varphi_1 < \varphi_0$ кут нахилу фібр до осі формування $\alpha_1 = \beta_1 + \varphi_1$.

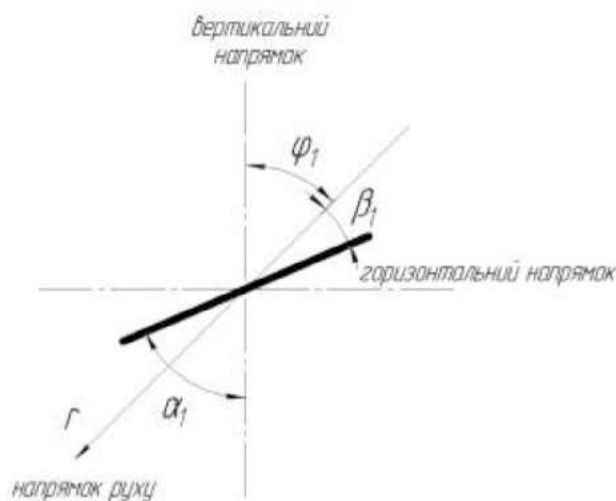


Рис. 3 – Положення фібр після проходження першої зони ($0^\circ < \varphi_1 < \varphi_0$)

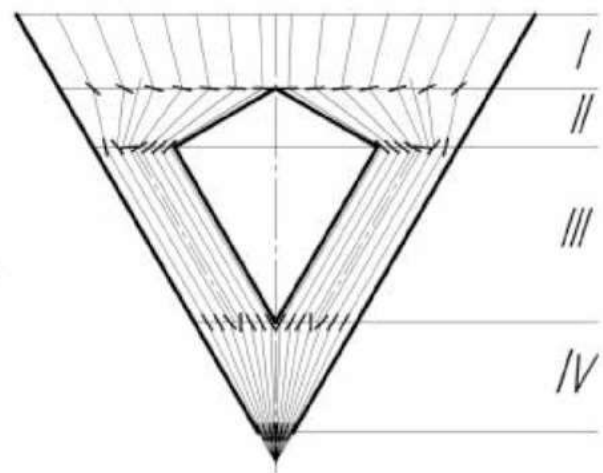


Рис. 4 – Розташування фібр в процесі формування виробу у запропонованому віброекструдері

У 2 і 3 зонах треба враховувати що фібри при плинні суміші будуть розвертатися на кут $90^\circ - \varphi_i - \beta_i$ за або проти годинникової стрілки залежно від їх розташування відносно середньої лінії. У 4 зоні розворот фібр при плинні фібробетонної суміші буде здійснюватися проти годинникової стрілки. В лівій частині бункера віброекструдера фібри при плинні суміші будуть розвертатися у протилежний бік симетрично осі бункера.

Аналіз виконаних розрахунків і рекомендації. Запропонована конструкція віброекструдера дозволяє здійснити переважно поздовжню орієнтацію дисперсної арматури у плоских виробах.

Зміна ступеня орієнтування здійснюється зміною геометрії каналів бункера віброекструдера.

За наведеною вище методикою була розроблена програма розрахунку, яка дозволяє спостерігати розворот фібр при плинні суміші в віброекструдері залежно від геометрії його каналів.

Для випадку формування плоского фібробетонного виробу товщиною 40 мм був спроектований віброекструдер, який забезпечує орієнтацію фібр у виробі близьку до поздовжньої (середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення складас близько ...°). Розташування фібр всередині і на виході з віброекструдера подано на рисунку 4.

Результати роботи передбачається використовувати при проектуванні нового віброекструзійного обладнання для формування дисперсноармованих виробів.

У подальших дослідженнях за цією темою планується розглянути особливості протікання віброекструзійного процесу при формуванні виробів іншої конфігурації.

Список використаної літератури

1. Патент України на корисну модель № 123183. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / авт. винах. Андрєєв І. А., Гайдін Є. М. – опубл. у бюл. 12.02.2018, № 3, МПК (2017) B28B 13/00.
2. Андрєєв І. А. Вискозиметр для віброекструдированого фібробетона / І. А. Андрєєв, П. Н. Магазій // Хім. машиностроєння: Респ. міжвед. науч.-техн. сб. 1987. Вип. 45. С. 95-99.
3. Андрєєв І. А. Ефективність дисперсного армування при віброекструзії фібробетону / І. А. Андрєєв, В. В. Фурманська // Вісник національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”. – 2008. – №1. – С. 19-22.
4. Андрєєв І. А. Орієнтування дисперсної арматури під час плинку фібробетонної суміші в каналах бункера віброекструдера / І. А. Андрєєв, М. Т. Довжик // Вісник національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”. – 2009. – №1 (3). – С. 29-32.

Надійшла до редакції 31.05.2018

Andreiev I. A., Haidin Ye. M.

VIBRATION EXTRUSION OF FLAT FIBER-REINFORCED CONCRETE PRODUCTS WITH MAINLY LONGITUDINAL ORIENTATION OF FIBERS

For the production of high-quality fiber-reinforced concrete slabs, the authors proposed a new design of the vibration extruder with a guide device in the form of a deltoid. The improved device allows the use of fibrous concrete mixes of different compositions, thus achieving mainly longitudinal orientation of fibers throughout the product. The technique of calculating the degree of orientation of fibers during the flow of fibro concrete mix in the channel of the vibration extruder bunker and in the finished flat product is proposed. The influence of the geometry of the forming channel on the location of the disperse fittings in the product is determined. The program was developed and the results of calculating the location of fibers in a flat plate with a thickness of 40 mm are given. The results of the work are supposed to be used when designing a new vibration extrusion equipment for the manufacture of fiber-reinforced concrete products.

Keywords: vibration extrusion, fiber-reinforced concrete, the orientation of the fibers.

References

1. Patent of Ukraine for Utility Model № 123183. Vibration Extruder for the Formation of Flat Fiber Concrete Wares / Andreiev I. A., Haidin Ye. M. 12.02.2018, № 3, IPC (2017) B28B 13/00.
2. Andreiev I. A. Viscometer for vibroextruded fibrous concrete / I. A. Andreiev, N. P. Mahazii // Chem. mechanical engineering: Rep. interd. scientific-techn. Sat. – 1987. – No. 45. – P. 95-99.
3. Andreiev I. A. Efficiency of disperse reinforcement during vibroextrusion of fiber concrete / I. A. Andreiev, V. V. Furmanska // Proceedings of the national technical university of ukraine “kyiv polytechnic institute”, a series of «Chemical engineering, ecology and resource saving». – 2008. – No. 1. – P. 19-22.
4. Andreiev I. A. The orientation of the disperse armature during the flow of fibro concrete mix in the channels of the vibration extruder / I. A. Andreiev, M. T. Dovzhyk // Proceedings of the national technical university of ukraine “kyiv polytechnic institute”, a series of «Chemical engineering, ecology and resource saving». – 2009. – No. 1 (3). – P. 29-32.

РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В УДОСКОНАЛЕНОМУ ВІБРОЕКСТРУДЕРІ

студент Гайдін Є.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського"

Для виготовлення якісних фібробетонних плоских плит з переважно поздовжньою орієнтацією фібр у всьому виробі авторами був запропонований віброекструдер, який містить направляючий пристрій, що у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда [1]. Розрахувати необхідне орієнтування дисперсної арматури у сформованому виробі можна за допомогою методики [2].

У формуючому віброекструдері здійснюється остаточне перемішування фібробетонної суміші. Для розрахунку сумарної деформації зсуву треба поділити внутрішній простір бункера віброекструдера на чотири зони (рис. 1). У першій, другій і четвертій зонах плин суміші здійснюється у плоских каналах, які звужуються, а у третій зоні – у плоскій щилині (так званий плоский пуазейлевий плин).

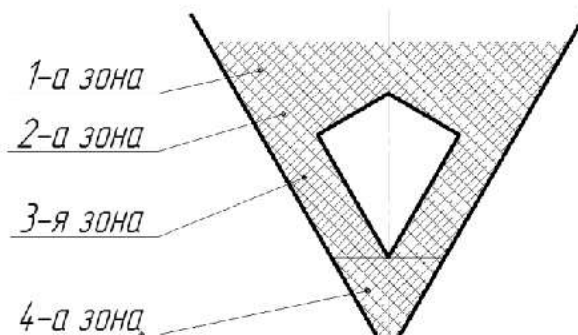


Рисунок – Розрахункова схема процесу змішування

При плинні в плоскій щилині шириною $2h$, у якій вісь Z збігається з віссю симетрії потоку, рівняння для розрахунку середньої деформації зсуву приймає вигляд:

$$\bar{\gamma}_3 = \frac{1,5 \cdot l}{h},$$

де l – довжина каналу.

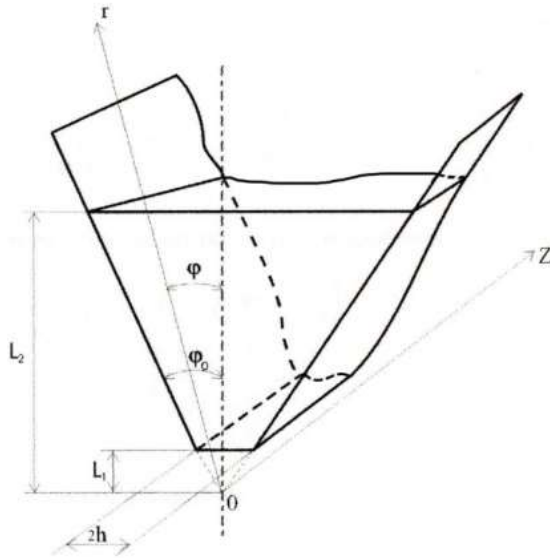


Рисунок – Розрахункова схема плинун фібробетону у 1, 2 і 4 зонах

Для 1, 2 і 4 зон середнє значення деформації зсуву можна визначити за формулою:

$$\bar{\gamma}_c = - \frac{2(L_2 - L_1)^2 (1 - \cos 2\varphi_0)}{L_1 L_2 \ln \frac{L_2}{L_1} (\sin 2\varphi_0 - 2\varphi_0 \cos 2\varphi_0)},$$

де φ_0 - кут нахилу похилої стінки до вертикалі, рад.; L_1 – відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера, м; $L_2 - L_1$ – висота стовпа суміші в бункері, м.

Розрахована таким чином сумарна деформація зсуву, яка досягається при формуванні плоских виробів товщиною 40 мм на дослідно-промисловій віброекструзійній установці становить 39,7, що є задовільним результатом.

Перелік посилань:

1. Пат. 123183 У Україна МПК (2017.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / Андреев І. А., Гайдін Є. М.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 201709867; заявл. 12.10.2017; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3.
2. Андреев І.А. Віброекструзійне формування плоских фібробетонних виробів з підвищеною поздовжньою орієнтацією фібо / І.А. Андреев, Є.М. Гайдін // Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2018. – №1(17). – С. 7-10.